



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO**

FACULTAD DE MECÁNICA

ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**“CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN
BANCO DIDÁCTICO DEL SISTEMA DIFERENCIAL,
CON SU PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA
ESCUELA DE ING. AUTOMOTRIZ”**

HIDALGO ESCUDERO LUIS EDUARDO

TENELANDA VELEMA CRISTHIAN ROBERTO

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

RIOBAMBA – ECUADOR

2013

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

Enero, 24 de 2013

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

LUIS EDUARDO HIDALGO ESCUDERO

Titulada:

“CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DIDÁCTICO DEL SISTEMA DIFERENCIAL, CON SU PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA ESCUELA DE ING. AUTOMOTRIZ”

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ.

Ing. Geovanny Novillo A.
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Emilia Aimacaña.
DIRECTORA DE TESIS

Dr. Mario Audelo.
ASESOR DE TESIS

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: LUIS EDUARDO HIDALGO ESCUDERO

TÍTULO DE LA TESIS: “CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DIDÁCTICO DEL SISTEMA DIFERENCIAL, CON SU PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA ESCUELA DE ING. AUTOMOTRIZ”

Fecha de Examinación: Enero, 24 de 2013.

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

| COMITÉ DE EXAMINACIÓN | APRUEBA | NO APRUEBA | FIRMA |
|--|---------|------------|-------|
| Ing. Edgar Costales. (PRESIDENTE TRIB. DEFENSA) | | | |
| Ing. Emilia Aimacaña. (DIRECTORA DE TESIS) | | | |
| Dr. Mario Audelo. (ASESOR) | | | |

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

f) Presidente del Tribunal

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

Enero, 24 de 2013

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

CRISTHIAN ROBERTO TENELANDA VELEMA

Titulada:

**“CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DIDÁCTICO DEL SISTEMA
DIFERENCIAL, CON SU PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA ESCUELA DE ING.
AUTOMOTRIZ”**

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ.

Ing. Geovanny Novillo A.
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Emilia Aimacaña.
DIRECTORA DE TESIS

Dr. Mario Audelo.
ASESOR DE TESIS

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: CRISTHIAN ROBERTO TENELANDA VELEMA

TÍTULO DE LA TESIS: “CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DIDÁCTICO DEL SISTEMA DIFERENCIAL, CON SU PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA ESCUELA DE ING. AUTOMOTRIZ”

Fecha de Examinación: Enero, 24 de 2013.

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

| COMITÉ DE EXAMINACIÓN | APRUEBA | NO APRUEBA | FIRMA |
|--|---------|------------|-------|
| Ing. Edgar Costales. (PRESIDENTE TRIB. DEFENSA) | | | |
| Ing. Emilia Aimacaña. (DIRECTORA DE TESIS) | | | |
| Dr. Mario Audelo. (ASESOR) | | | |

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

f) Presidente del Tribunal

DERECHOS DE AUTORÍA

El trabajo de grado que presentamos, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teóricos - científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad de los autores. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Luis Eduardo Hidalgo Escudero

Cristhian Roberto Tenelanda Velema

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico a Dios por brindarme la oportunidad y la dicha de la vida, al brindarme la fuerza necesaria para no desmayar en la lucha por cumplir con mis objetivos trazados y ayudarme a superar todas las dificultades que se presentaron, a mis padres, porque creyeron en mí y porque me sacaron adelante, dándome ejemplos dignos de superación y entrega en gran parte gracias a ustedes, hoy puedo ver alcanzada mi meta, ya que siempre estuvieron impulsándome en los momentos más difíciles de mi carrera y por el orgullo que sienten por mí, fue lo que me hizo ir hasta el final. Esto es por ustedes, por lo que valen, porque admiro su fortaleza y por lo que han hecho de mí.

A mis hermanos, Fanny, Alex, Josselin, tíos, y amigos, gracias por haber fomentado en mí el deseo de superación y el anhelo de triunfo en la vida.

Mil palabras no bastarían para agradecerles su apoyo, su comprensión y sus consejos en los momentos difíciles.

A todos, espero no defraudarlos y contar siempre con su valioso apoyo, sincero e incondicional.

Luis Eduardo Hidalgo Escudero

A Dios y al Divino niño por darme paciencia, sabiduría y llenar mi alma de fortaleza en los momentos más difíciles, para llegar a concluir con éxito una meta más en mi vida.

A mis queridos padres:

Roberto Tenelanda y Fabiola Velema pilar fundamental de esta meta cumplida por el esfuerzo, apoyo y gran ejemplo brindado desde muy tempranas edades sé que no les defraude, gracias por haber formado en mí una gran persona y un gran profesional.

A mi hermana:

Diana Lisseth que es la motivación más grande para seguir adelante en la vida y buscar siempre la superación.

A mis abuelitos y a toda mi familia de los cuales recibí apoyo y consejos en los momentos más difíciles, consejos y palabras que siempre llevare muy dentro de mí, para ti **Juan Carlos (+)** donde quiera que te encuentres, gracias por tu gran ejemplo y legado que nos dejaste cuando estuviste con nosotros.

Cristhian Roberto Tenelanda V.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios todo poderoso quien me ha guiado para cumplir este objetivo, gracias a sus bendiciones he podido salir airoso de los problemas, contratiempos e infortunios que se han presentado en este arduo camino que hoy veo culminado.

Para poder realizar esta tesis de la mejor manera posible fue necesario del apoyo de muchas personas a las cuales quiero agradecer.

En primer lugar a mis padres, Héctor Hidalgo Guerrero y María Escudero Bonilla, que siempre me han dado su apoyo incondicional y a quienes debo este triunfo profesional, por todo su trabajo y dedicación para darme una formación académica y sobre todo humanista y espiritual. De ellos es este triunfo y para ellos es todo mi agradecimiento.

A mis hermanos, tíos y amigos por ayudarme y apoyarme sin condiciones. Gracias por facilitarme las cosas.

A mi amigo y compañero de tesis Cristhian, que me enseñó a salir adelante para la culminación del trabajo, a nuestra directora, Ingeniera Emilia Aimacaña y a nuestro asesor, Doctor Mario Audelo por su confianza y apoyo en nuestra investigación.

Luis Eduardo Hidalgo Escudero

A Dios y al Divino niño por permitirme terminar este proyecto de tesis, gracias porque en ustedes encontré ánimos y fuerzas para finalmente concluir mi carrera universitaria.

El más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a la Escuela de Ingeniería Automotriz, por brindarme la oportunidad de obtener una profesión y ser una persona útil a la sociedad. A la Ingeniera Emilia Aimacaña como Directora y Doctor Mario Audelo como Asesor de la presente tesis, gracias por sus consejos y enseñanzas a mi amigo de toda la vida y compañero de tesis Luis que en los momentos más difíciles de este trabajo con sus palabras y bromas ayudo para que finalmente podamos concluirlo.

Y en especial para todos los amigos, compañeros y personas que nos apoyaron de una u otra manera para culminar con éxito una etapa más de mi vida.

Cristhian Roberto Tenelanda V.

CONTENIDO

| | Pág. |
|--|------|
| 1. GENERALIDADES | |
| 1.1 Antecedentes..... | 1 |
| 1.2 Justificación..... | 1 |
| 1.3 Objetivos | 2 |
| 1.3.1 Objetivo general | 2 |
| 1.3.2 Objetivos específicos..... | 2 |
| 2. MARCO TEÓRICO | |
| 2.1 La transmisión..... | 3 |
| 2.2 Clasificación de los sistemas de transmisión..... | 3 |
| 2.2.1 Vehículos de motor y tracción delanteros..... | 3 |
| 2.2.2 Vehículos de motor delantero y tracción posterior..... | 4 |
| 2.2.3 Vehículos de tracción total..... | 4 |
| 2.3 Árbol de transmisión..... | 5 |
| 2.3.1 Esfuerzos en el árbol de transmisión..... | 5 |
| 2.3.1.1 Esfuerzo de torsión..... | 6 |
| 2.3.1.2 Esfuerzo de flexión..... | 6 |
| 2.4 Juntas universales..... | 6 |
| 2.4.1 Junta elástica flector..... | 6 |
| 2.4.2 Junta elástica universal | 7 |
| 2.4.3 Junta elástica universal doble..... | 8 |
| 2.4.4 Juntas homocinéticas..... | 8 |
| 2.5 Puente trasero..... | 9 |
| 2.5.1 El grupo cónico..... | 9 |
| 2.5.2 Grupo cónico clasificación | 10 |
| 2.5.2.1 Grupo cónico espiral..... | 10 |
| 2.5.2.2 Grupo cónico hipoide..... | 10 |
| 2.5.2.3 Piñón de ataque | 11 |
| 2.5.2.4 Corona..... | 11 |
| 2.5.3 Funcionamiento grupo piñón-corona..... | 12 |
| 2.5.4 El conjunto diferencial..... | 13 |
| 2.5.4.1 Planetarios | 13 |
| 2.5.4.2 Satélites..... | 13 |
| 2.5.4.3 Caja diferencial..... | 14 |
| 2.5.5 Función del diferencial..... | 14 |
| 2.5.5.1 Ejemplo de funcionamiento del mecanismo diferencial..... | 15 |
| 2.5.6 Tipos de diferencial..... | 17 |
| 2.5.6.1 Diferenciales abiertos..... | 17 |
| 2.5.6.2 Diferencial de deslizamiento limitado..... | 17 |
| 2.5.6.3 Diferencial torsen..... | 18 |
| 2.5.6.4 Diferencial epicycloidal | 18 |
| 2.5.6.5 Diferenciales controlados..... | 19 |
| 2.5.7 Los semiejes..... | 22 |
| 2.5.7.1 Semieje portante o rígido..... | 23 |

| | | |
|---------|---|----|
| 2.5.7.2 | Semieje semiflotante..... | 23 |
| 2.5.7.3 | Semieje tres cuartos flotante | 24 |
| 2.5.7.4 | Semieje flotante..... | 24 |
| 2.5.8 | Cárter del eje trasero..... | 25 |
| 2.5.8.1 | Cárter tipo banjo..... | 25 |
| 2.5.8.2 | Cárter de tipo partido | 26 |
| 2.6 | Lubricación del sistema diferencial | 26 |
| 2.6.1 | Propiedades y ventajas | 27 |
| 2.6.2 | Características del lubricante..... | 27 |
| 2.7 | Frenos | 28 |
| 2.7.1 | Clasificación del sistema de frenos..... | 28 |
| 2.7.1.1 | Frenos de disco..... | 28 |
| 2.7.1.2 | Frenos de tambor..... | 29 |

3. VALIDACIÓN DE COMPONENTES MECÁNICOS MEDIANTE CÁLCULOS

| | | |
|---------|---|----|
| 3.1 | Cálculo de las r.p.m.del eje de transmisión..... | 30 |
| 3.2 | Cálculo porcentual de la relación de transmisión..... | 30 |
| 3.3 | Cálculos en el mecanismo diferencial..... | 31 |
| 3.3.1 | Relación de transmisión en el puente trasero | 31 |
| 3.3.1.1 | Ecuaciones de la relación de transmisión en el puente trasero | 32 |
| 3.3.1.2 | Transmisión de las revoluciones en el puente trasero | 32 |
| 3.3.1.3 | Cálculo de la relación de transmisión..... | 33 |
| 3.4 | Cálculo de revoluciones en los semiejes del puente trasero..... | 33 |
| 3.5 | Transmisión del par de giro en el puente..... | 34 |
| 3.6 | Cálculos en el sistema de freno..... | 34 |
| 3.6.1 | Cálculo de la fuerza en el cilindro principal 1 | 35 |
| 3.6.2 | Cálculo de la presión del líquido en el cilindro principal 1 | 35 |
| 3.6.3 | Cálculo de la fuerza de aprieto en el cilindro principal 1 | 36 |
| 3.6.4 | Cálculo de la fuerza en el cilindro principal 2..... | 37 |
| 3.6.5 | Cálculo de la presión del líquido en el cilindro principal 2..... | 37 |
| 3.6.6 | Cálculo de la fuerza de aprieto en el cilindro principal 2..... | 38 |

4. MOTOR ELÉCTRICO

| | | |
|-------|--|----|
| 4.1 | Características del motor eléctrico seleccionado..... | 40 |
| 4.2 | Partes fundamentales de un motor eléctrico (WEG) | 43 |
| 4.2.1 | Rotor | 43 |
| 4.2.2 | Bobinado | 43 |
| 4.2.3 | Caja de conexiones | 44 |
| 4.2.4 | Eje | 44 |
| 4.2.5 | Rodamientos..... | 45 |
| 4.2.6 | Ventilador | 46 |
| 4.2.7 | Deflector de aire | 46 |
| 4.2.8 | Carcasa..... | 46 |
| 4.3 | Consumo de energía eléctrica..... | 46 |

5. CONSTRUCCIÓN DEL BANCO DIDÁCTICO

| | | |
|-----|--|----|
| 5.1 | Puesta a punto del puente trasero..... | 48 |
|-----|--|----|

| | | |
|-----------|---|-----|
| 5.1.1 | Herramientas para el despiece – limpieza del puente trasero..... | 48 |
| 5.2 | Ensamblaje del puente trasero. | 49 |
| 5.3 | Construcción del bastidor. | 53 |
| 5.3.1 | Análisis estructural del bastidor en SAP 2000..... | 54 |
| 5.4 | Herramientas utilizadas para la construcción del bastidor..... | 56 |
| 5.4.1 | Proceso de construcción del bastidor. | 57 |
| 5.5 | Ensamblaje del puente trasero al bastidor. | 60 |
| 5.6 | Diseño y construcción del panel de control..... | 63 |
| 5.6.1 | Diseño y construcción del módulo de control de r.p.m.. | 63 |
| 5.6.2 | Elementos utilizados para la construcción del módulo de control. | 63 |
| 5.6.3 | Proceso de diseño y construcción del módulo de control. | 63 |
| 5.7 | Adecuación y montaje de los sistemas de freno. | 67 |
| 5.7.1 | Elementos utilizados para el montaje de los sistemas de freno. | 67 |
| 5.7.2 | Proceso de adecuación y montaje de los sistemas de freno..... | 67 |
| 5.8 | Peso del banco didáctico..... | 70 |
| 6. | PLAN DE MANTENIMIENTO Y GUÍA DE PRÁCTICAS | |
| 6.1 | Mantenimiento..... | 71 |
| 6.1.1 | Mantenimiento preventivo..... | 71 |
| 6.1.2 | Mantenimiento predictivo..... | 72 |
| 6.1.3 | Mantenimiento correctivo..... | 72 |
| 6.2 | Mantenimiento para el banco didáctico del sistema diferencial..... | 72 |
| 6.2.1 | Tipo de mantenimiento para el sistema diferencial. | 73 |
| 6.3 | Posibles averías | 73 |
| 6.3.1 | Averías puente trasero..... | 73 |
| 6.3.2 | Averías conjunto piñon - corona..... | 74 |
| 6.3.2.1 | Huellas de contacto correctas..... | 74 |
| 6.3.2.2 | Huellas de contacto incorrectas..... | 75 |
| 6.4 | Tipo de mantenimiento para el motor eléctrico AC | 76 |
| 6.4.1 | Herramientas – materiales a utilizar..... | 76 |
| 6.5 | Hoja de control de mantenimiento del banco didáctico. | 77 |
| 6.6 | Procedimiento para el mantenimiento..... | 78 |
| 6.6.1 | Propósito | 78 |
| 6.6.2 | Alcance..... | 78 |
| 6.6.3 | Abreviaturas y definiciones. | 78 |
| 6.6.4 | Tareas. | 78 |
| 6.7 | Normas de seguridad | 80 |
| 6.8 | Riesgos más frecuentes y medidas preventivas | 81 |
| 6.9 | Guía de prácticas | 81 |
| 7. | COSTOS | |
| 7.1 | Definición de costo | 102 |
| 7.2 | Costo directo | 102 |
| 7.3 | Costo indirecto..... | 103 |
| 7.4 | Costos totales..... | 104 |
| 8. | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | |
| 8.1 | Conclusiones..... | 104 |

| | | |
|-----|----------------------|-----|
| 8.2 | Recomendaciones..... | 104 |
|-----|----------------------|-----|

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIBLIOGRAFÍA

LINKOGRAFÍA

ANEXOS

LISTA DE TABLAS

| | | Pág. |
|----|--|-------------|
| 1 | Características de los lubricantes..... | 27 |
| 2 | Características del motor seleccionado..... | 40 |
| 3 | Deformaciones..... | 55 |
| 4 | Distribución de pesos..... | 70 |
| 5 | Ruido excesivo por parte de las ruedas traseras..... | 73 |
| 6 | Ruido al tomar una curva..... | 74 |
| 7 | Huellas de contacto en la base del diente..... | 75 |
| 8 | Huellas de contacto en la cabeza de los dientes..... | 75 |
| 9 | Huellas de contacto en los flancos más gruesos de los dientes..... | 75 |
| 10 | Huellas de contacto en los flancos más finos de los dientes..... | 75 |
| 11 | Hoja de control..... | 77 |
| 12 | Tareas a realizar..... | 79 |
| 13 | Costos directos..... | 102 |
| 14 | Costos indirectos..... | 103 |
| 15 | Costos totales..... | 104 |

LISTA DE FIGURAS

| | | Pág. |
|----|---|------|
| 1 | Tracción delantera..... | 3 |
| 2 | Tracción posterior..... | 4 |
| 3 | Tracción total..... | 4 |
| 4 | Desplazamiento de la transmisión..... | 5 |
| 5 | Junta elástica flector..... | 7 |
| 6 | Junta cardán | 7 |
| 7 | Funcionamiento junta cardán | 7 |
| 8 | Junta elástica universal doble..... | 8 |
| 9 | Junta homocinética..... | 8 |
| 10 | Puente trasero..... | 9 |
| 11 | Grupo cónico espiral..... | 10 |
| 12 | Grupo cónico hipoide..... | 10 |
| 13 | Piñón de ataque | 11 |
| 14 | Corona..... | 12 |
| 15 | Grupo piñón - corona | 12 |
| 16 | Planetario..... | 13 |
| 17 | Satélite..... | 13 |
| 18 | Caja diferencial..... | 14 |
| 19 | Función del diferencial..... | 14 |
| 20 | Recorrido de las ruedas en una curva..... | 15 |
| 21 | Diferencial abierto..... | 17 |
| 22 | Diferencial de deslizamiento limitado | 17 |
| 23 | Diferencial torsen..... | 18 |
| 24 | Diferencial epicicloidal..... | 19 |
| 25 | Diferenciales controlados | 19 |
| 26 | Viscoacoplador..... | 20 |
| 27 | Torsen..... | 21 |
| 28 | Bloqueo permanente..... | 22 |
| 29 | Semiejes..... | 22 |
| 30 | Tipos de esfuerzos..... | 23 |
| 31 | Semieje portante o rígido..... | 23 |
| 32 | Semieje semiflotante..... | 24 |
| 33 | Semieje tres cuartos flotante..... | 24 |
| 34 | Semieje flotante..... | 25 |
| 35 | Cárter tipo banjo..... | 25 |
| 36 | Cárter tipo partido..... | 26 |
| 37 | Freno de disco..... | 28 |
| 38 | Freno de tambor..... | 29 |
| 39 | Pedal de freno..... | 34 |
| 40 | Motor eléctrico WEG..... | 40 |
| 41 | Rotor..... | 43 |
| 42 | Bobinado..... | 44 |
| 43 | Caja de conexiones..... | 44 |
| 44 | Eje..... | 45 |

| | | |
|----|--|-----|
| 45 | Rodamiento..... | 45 |
| 46 | Ventilador..... | 46 |
| 47 | Carcasa..... | 46 |
| 48 | Estado de los cojinetes..... | 48 |
| 49 | Montaje arandelas de regulación..... | 49 |
| 50 | Montaje de cojinetes..... | 50 |
| 51 | Montaje piñón - cónico..... | 50 |
| 52 | Fijación caja diferencial..... | 51 |
| 53 | Comprobación de funcionamiento..... | 51 |
| 54 | Montaje y sujeción de los semiejes..... | 52 |
| 55 | Ensamblaje sistema de frenos..... | 52 |
| 56 | Montaje carcasa transparente..... | 53 |
| 57 | Estructura..... | 53 |
| 58 | Cargas puntuales..... | 54 |
| 59 | Mayor punto de deformación..... | 55 |
| 60 | Valor de esfuerzos..... | 56 |
| 61 | Cortado del tubo estructural..... | 57 |
| 62 | Seccionamiento de platinas..... | 57 |
| 63 | Soldado elementos estructurales..... | 58 |
| 64 | Fondeo del bastidor..... | 58 |
| 65 | Colocación de las garruchas..... | 59 |
| 66 | Pintado del bastidor y puente trasero..... | 59 |
| 67 | Anclaje del puente trasero al bastidor..... | 60 |
| 68 | Fijación de la chumacera..... | 60 |
| 69 | Diagrama de poleas..... | 61 |
| 70 | Selección de la banda de transmisión..... | 62 |
| 71 | Fijación de poleas y banda de transmisión..... | 62 |
| 72 | Pantalla Microcode Studio..... | 64 |
| 73 | Simulación módulo electrónico..... | 64 |
| 74 | Construcción placas electrónicas..... | 65 |
| 75 | Tablero de control..... | 65 |
| 76 | Montaje sensor óptico..... | 66 |
| 77 | Protección al motor eléctrico AC..... | 66 |
| 78 | Finales de carrera..... | 67 |
| 79 | Montaje de las centrales de freno..... | 68 |
| 80 | Montaje de los pedales de freno..... | 68 |
| 81 | Conexión de las canerías de freno..... | 69 |
| 82 | Purgado del sistema de freno..... | 69 |
| 83 | Pruebas de funcionamiento..... | 70 |
| 84 | Huellas correctas de contacto..... | 74 |
| 85 | Partes mecanismo diferencial..... | 89 |
| 86 | Grupo piñón – corona..... | 92 |
| 87 | Huellas de contacto grupo piñón - corona..... | 92 |
| 88 | Pedal de freno..... | 95 |
| 89 | Partes freno de tambor..... | 100 |

LISTA DE ABREVIACIONES

| | |
|--------------|---|
| AISI | Instituto americano del hierro y el acero. |
| 4x4 | Tracción a las 4 ruedas. |
| API | Instituto Americano de Petróleos. |
| Cst | Centistoke |
| °C | Grados centígrados. |
| daN | decaNewton |
| AC | Corriente alterna. |
| DC | Corriente directa. |
| rpm | Revoluciones por minuto. |
| hp | (Horse power) caballo de fuerza. |
| Kw | Kilowatt. |
| WEG | Marca de motores eléctricos. |
| V | Voltios. |
| A | Amperios. |
| FR | Frecuencia. |
| Hz | Hertzio. |
| AMB | Ambiente. |
| NEMA | Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos |
| f.e.m | Fuerza electromotriz. |
| SAE | Sociedad de Ingenieros automotrices. |
| C | Carbono |
| Mn | Manganeso |
| ZZ | Tipo de rodamientos sellados. |
| ASME | Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos. |
| DAP | Diagrama analítico de procesos. |
| A73 | Medida banda de transmisión. |
| 6011 | Designación de electrodos. |
| .Hex | Extensión de archivos de Intel |
| PIC | Control de interfaz periférico. |
| ISIS | Sistema de enrutado de esquemas inteligente |
| ARES | Software de edición y ruteo avanzado |
| RAM | Memoria de las unidades de mando de acceso aleatorio. |
| EPROM | Memoria de lectura de las unidades de mando, solo de lectura. |
| CPU | Unidad central de procesamiento. |

| | |
|---------------|------------------------------|
| Ω | Ohmio. |
| NPN | Transistor tipo N. |
| LED | Diodo emisor de luz. |
| LCD | Pantalla de cristal líquido. |
| DOT | Departamento de Transporte |
| V Ring | Tipo de sellos. |

LISTA DE ANEXOS

- A Datos del motor AC
- B Plano del bastidor del banco didáctico.
- C Programación en Microcode Studio.
- D Guía de prácticas para llenar.

RESUMEN

El presente trabajo “Construcción e Implementación de un Banco didáctico del sistema diferencial con su plan de mantenimiento para la Escuela de Ingeniería Automotriz de la ESPOCH”, tiene por objetivo reforzar el conocimiento de los estudiantes en lo que se refiere al sistema de transmisión de movimiento desde el motor de combustión interna hacia las ruedas motrices.

El banco didáctico posee un puente de transmisión posterior que a su vez aloja en sí al grupo cónico, mecanismo diferencial, y el sistema de frenos; para la visualización del funcionamiento del mecanismo diferencial se ha colocado la tapa posterior del puente trasero de un material acrílico transparente; también se construyó un panel de control mediante el cual podemos tener el mando de todos y cada uno de los componentes del banco didáctico, en la parte inferior del panel se instalaron dos sistemas de freno totalmente independientes los mismos que al ser accionados muestran de manera clara el comportamiento del mecanismo diferencial cuando un vehículo se desplaza en una trayectoria recta o curva.

Se ha construido el banco didáctico, que nos brindará la posibilidad de observar de manera clara el funcionamiento del sistema diferencial y sistema de frenos tal como se da en el vehículo, cuando este posee un motor delantero y transmisión posterior.

Recomendamos tomar muy en cuenta las normas de seguridad y mantenimiento a fin de evitar accidentes e incidentes, al mismo tiempo que se busca alargar la vida útil del equipo obteniendo un mayor beneficio para la Escuela de Ingeniería Automotriz.

ABSTRACT

The present research named “Building and Implementation of a Didactical Bench for the differential system with its corresponding maintenance plan belonging to the Escuela de Ingeniería Automotriz at ESPOCH”, has as one of the objectives to reinforce students’ knowledge on that related to the movement transmission system from the internal combustion engine towards the self-moving wheels.

The didactical bench owns a rear transmission axle that in turn lodges the conical group, differential mechanism, and the braking system; for visualizing how the differential mechanism works, it has been placed a rear cover of the axle constructed in a transparent acrylic material; a command panel was also built in order to handle each and every component of the didactical bench; to the lower part of the panel two independent braking system were installed which once in drive show in a clear manner the differential mechanism behaviour when a vehicle moves in a straightforward or curve trajectory.

The didactical bench built gives the possibility to observe in a clear way the functioning of the differential system and the braking system just as it happens in the vehicle, when this possesses a frontal motor and rear transmission system.

It is recommended to take into account the safety standards and maintenance in order to avoid accidents and incidents, and at the same time to try to extend the useful life of the equipment, so a major benefit for the Escuela de Ingeniería Automotriz.

CAPÍTULO I

1. GENERALIDADES

1.1 Antecedentes

La misión de la Escuela de Ingeniería Automotriz es formar profesionales de la más alta calificación, que se integren al aparato productivo nacional aportando soluciones técnico científicas para el mejor funcionamiento del parque automotor; así como, del cuidado del medio ambiente.

En vista al incremento de estudiantes en la escuela de Ingeniería Automotriz y debido al vertiginoso avance de la industria automovilística y al poco equipamiento de los laboratorios del taller automotriz se ha visto necesario equipar con la Construcción e implementación de un banco didáctico del sistema diferencial, el cual reforzará todos los conocimientos adquiridos teóricamente en las aulas obteniendo así la formación de mejores profesionales que se integren al aparato productivo del país y de la sociedad en general.

1.2 Justificación

La razón para la implantación de este proyecto es el de equipar los laboratorios de la escuela de Ingeniería Automotriz con equipos didácticos que permitirán en el futuro una enseñanza clara combinando la parte teórica con la parte práctica.

Se ha optado por realizar un banco didáctico del sistema diferencial con parte de su carcasa transparente que permita la visualización de las partes internas del Sistema Diferencial, así como su funcionamiento ya sea en estado estático o en movimiento.

Previo al planteamiento de dicho proyecto hemos podido palpar la necesidad de implementar dicho material didáctico en los talleres de la escuela de Ingeniería Automotriz teniendo como propósito formar excelentes Ingenieros Automotrices que dominen todos y cada uno de los sistemas que componen el vehículo.

1.3 Objetivos

1.3.1 *Objetivo general.* Construir e implementar un banco didáctico del sistema diferencial, con su plan de mantenimiento para la escuela de Ingeniería Automotriz.

1.3.2 *Objetivos específicos*

Conocer la función de los diferentes componentes del sistema diferencial y del sistema de frenos del automóvil.

Realizar cálculos del sistema diferencial.

Realizar cálculos de las fuerzas existentes en el sistema de freno.

Analizar las características del motor eléctrico monofásico.

Construir un bastidor que preste la estabilidad necesaria para el correcto funcionamiento del sistema diferencial.

Establecer un plan de mantenimiento para el banco didáctico del sistema diferencial con sus respectivas normas de seguridad.

Proporcionar las comprobaciones y verificaciones para el óptimo uso del material didáctico dentro de los laboratorios de la Escuela de Ingeniería Automotriz.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 La transmisión

El sistema de transmisión es el conjunto de elementos mecánicos que son encargados de hacer llegar el giro del motor hacia las ruedas motrices, posee elementos capaces de variar la relación de transmisión en función de la carga transportada, tipo de calzada y trazado de la misma.[1]

Entre las principales características del sistema de transmisión tenemos:

- Modificar la relación de transmisión entre el cigüeñal y las ruedas.
- Liberar el giro del cigüeñal del sistema de transmisión.
- Permitir que las ruedas puedan girar a distintas velocidades ya sea en curvas.

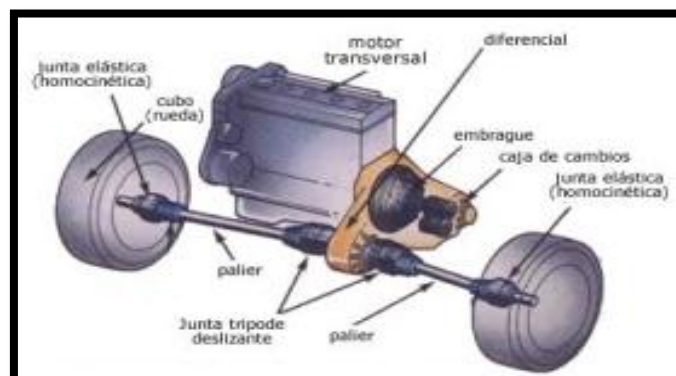
2.2 Clasificación de los sistemas de transmisión

El sistema de transmisión de movimiento a las ruedas difiere esencialmente de un modelo a otro, de los cuales se puede establecer tres grandes grupos:

2.2.1 *En los vehículos de motor y tracción delanteros.* En estos vehículos el eje secundario de la caja de velocidades termina en un piñón cónico, el cual da movimiento a una corona, la cual a su vez transmite el movimiento hacia las ruedas por medio de ejes de transmisión emplazados transversalmente en el vehículo.

En la tracción delantera el par motor se transmite sólo a las ruedas delanteras, los vehículos de tracción delantera incorporan el diferencial en la caja de cambios.

Figura 1. Tracción delantera

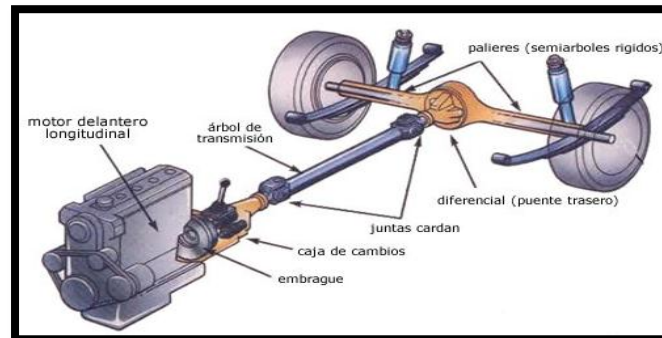


Fuente: www.taringa.net/posts/autos-motos/16174422/Transmision-1era-parte.html

2.2.2 *En los vehículos de motor delantero y tracción posterior.* En estos vehículos el movimiento es transmitido desde la caja de velocidades al par cónico de reducción por medio de un eje hueco llamado árbol de transmisión, el cual se encuentra en sentido longitudinal al vehículo.

La caja de velocidades va fijada al bloque del motor mediante pernos teniendo en cuenta que entre la caja y el motor se encuentra el sistema de embrague, el conjunto se sujeta al bastidor del vehículo, mientras que el puente trasero se une elásticamente al chasis por medio del sistema de suspensión, debido a las irregularidades del terreno el puente trasero adquiere un movimiento vertical de sube y baja respecto a la caja de velocidades, por lo que el árbol de transmisión debe estar provisto de juntas elásticas que permitan este movimiento, generalmente se emplean en número de dos.

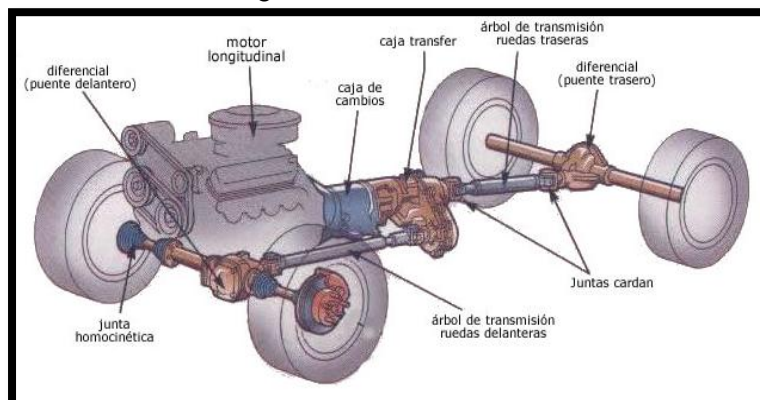
Figura 2. Tracción posterior



Fuente: www.taringa.net/posts/autos-motos/16174422/Transmision-1era-parte.html

2.2.3 *En los vehículos de tracción total.* En este tipo de vehículos la transmisión del movimiento a las ruedas se complica por la necesidad de más elementos de transmisión, como otro árbol de transmisión que transmita el movimiento generalmente a las ruedas traseras, esto viene acompañado con el uso de otro diferencial.

Figura 3. Tracción total



Fuente: www.taringa.net/posts/autos-motos/16174422/Transmision-1era-parte.html

2.3 Árbol de transmisión

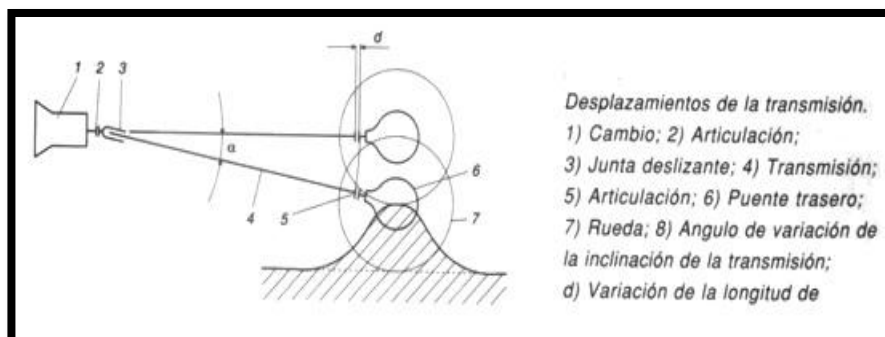
La transmisión del movimiento de rotación desde la caja de cambios hasta las ruedas se realiza por medio de ejes de acero llamados comúnmente transmisiones, el tipo y la calidad de cada uno de los árboles de transmisión depende de diversos factores:

- El tipo de tracción.
- El par a transmitir.
- El tipo de suspensión. [2]

El árbol de transmisión es el mecanismo encargado de conectar la transmisión al diferencial posterior en vehículos de motor delantero, transmisión posterior y en los vehículos de tracción total. Los árboles de transmisión deben estar diseñados de tal manera que soporten los esfuerzos de la transmisión de potencia así como también los cambios en ángulo y longitud con respecto al diferencial, puesto que este es siempre movido hacia arriba y abajo o adelante y atrás en respuesta a los baches o rutas en la superficie de las pistas y cambios en la carga del vehículo.

El puente trasero describe un arco determinado por las fijaciones del sistema de suspensión, mientras que el extremo posterior del árbol de transmisión se desplaza siguiendo un arco diferente, por lo que su longitud ha de poderse modificar para compensar esa diferencia, ello se consigue con un acoplamiento deslizante que permite aumentar o disminuir esa longitud.[3]

Figura 4. Desplazamiento de la transmisión



Fuente: Manual CEAC del Automóvil, pág. 616

2.3.1 Esfuerzos en el árbol de transmisión. El árbol de transmisión está sometido a esfuerzos de tracción y flexión estos aparecen debido al par transmitido y a la velocidad de giro del mismo.

2.3.1.1 Esfuerzo de torsión. Los esfuerzos de torsión aparecen al momento de transmitir el par de giro a las ruedas motrices, es directamente proporcional al par transmitido, teniendo en cuenta que el mayor par se transmite en la primera velocidad, para el diseño y construcción de los árboles de transmisión se toma como referencia estas condiciones de funcionamiento, la calidad del material del que son construidos son un aspecto muy crucial.

2.3.1.2 Esfuerzo de flexión. Los esfuerzos de flexión aparecen a consecuencia de la velocidad de giro del árbol; cuando aumenta progresivamente su velocidad de rotación, se produce un pandeo del árbol hacia su mitad. Este pandeo crece lentamente hasta un cierto régimen, a partir del cual, el aumento de amplitud se hace tan rápido que puede sobrevenir la rotura del árbol, lo cual se conoce como la velocidad crítica del eje. Aumentando la velocidad se obtiene nuevamente una disminución del pandeo antes producido.

La puesta en uso del árbol de transmisión, se da por la acción de la fuerza centrífuga sobre la masa de desequilibrio que existe en todo eje, debiendo reducirse esta todo lo posible mediante un cuidadoso proceso de fabricación, y un posterior balanceo; la acción de la fuerza centrífuga es contrarrestada por la elasticidad del material del que está construido el eje, esta es una característica que se toma muy en cuenta para su fabricación; razón por la cual la sección longitudinal del eje adopta la forma de huso, con el fin de reducir los efectos de la inercia.[4]

2.4 Juntas universales

Las juntas elásticas de que va provisto el árbol de transmisión permiten la oscilación del puente trasero sin dejar de transmitirle el giro proporcionado por el motor, cualquiera que sea el ángulo formado por sus ejes, teniendo los diferentes tipos de juntas.[5]

2.4.1 Junta elástica flector. Está constituido por un anillo flexible de caucho acoplado entre dos mangones, se dispone a la salida de la caja de velocidades; el disco flexible se solidariza alternativamente con uno y otro mangón de los cuales uno se monta estriado en el eje de salida de la caja de velocidades y el otro pertenece al árbol de transmisión.

En este tipo de junta, cuando los ejes quedan desalineados por desviación del ángulo que forman el anillo flexible de la junta se deforma para permitir el arrastre de

rotación, este tipo de junta admite variaciones angulares ligeras como máximo de 10° .

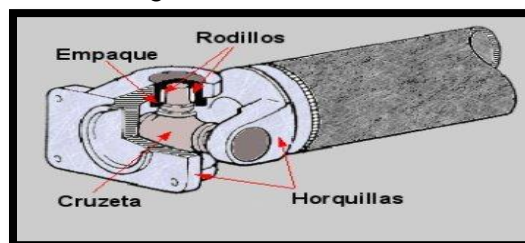
Figura 5. Junta elástica flector



Fuente: www.microcaos.net/ocio/motor/sistema-de-transmision/

2.4.2 Junta elástica universal. Es utilizada actualmente en los árboles de transmisión, es más conocida como cardán, está formada por la cruzeta a cuyos brazos se unen las horquillas con interposición de cojinetes de agujas. La junta cardán presenta la ventaja esencial de poder transmitir elevados esfuerzos de rotación, cuando sus ejes giran desalineados, el de salida se adelanta y retrasa periódicamente respecto al de entrada.

Figura 6. Junta cardán

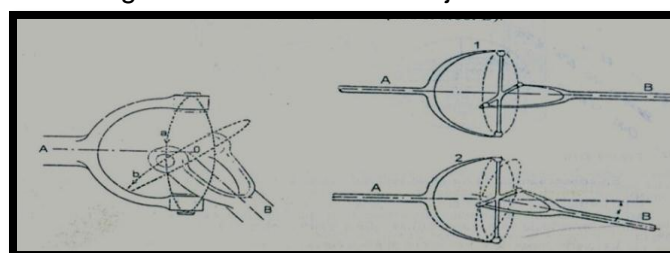


Fuente: www.sabelotodo.org/automovil/cardan.html

El funcionamiento de una junta cardán presenta las siguientes características:

- Cualquiera que sea la posición angular de los árboles unidos por ella, sus ejes se cortan en el punto O, el cual es el centro de la cruzeta.
- Las trayectorias seguidas por las extremidades de la horquilla son circulares.[6]

Figura 7. Funcionamiento junta cardán

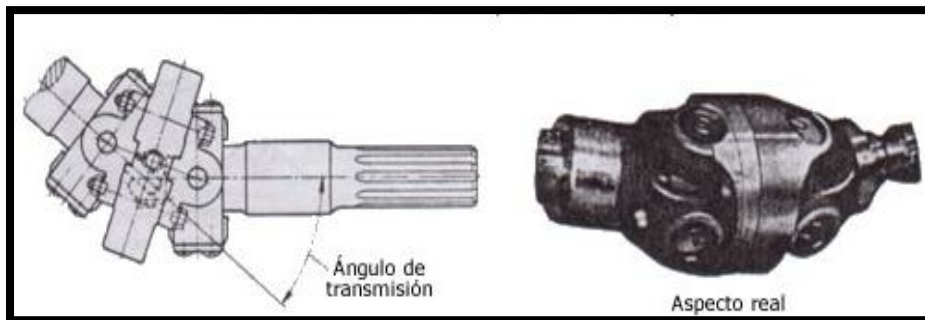


Fuente: Técnicas del Automóvil CHASIS, 2004, pág. 233

2.4.3 Junta elástica universal doble. Esta junta consiste en dos juntas cardán unidas por una doble horquilla, de forma que el giro irregular de una de ellas es rectificado por la otra cruceta, transmitiéndose así un movimiento uniforme a las ruedas.

La doble cruceta se monta en el lado de la rueda, y en el extremo de la transmisión del lado del diferencial se suele montar una junta trípode que permite las variaciones de longitud de la transmisión.

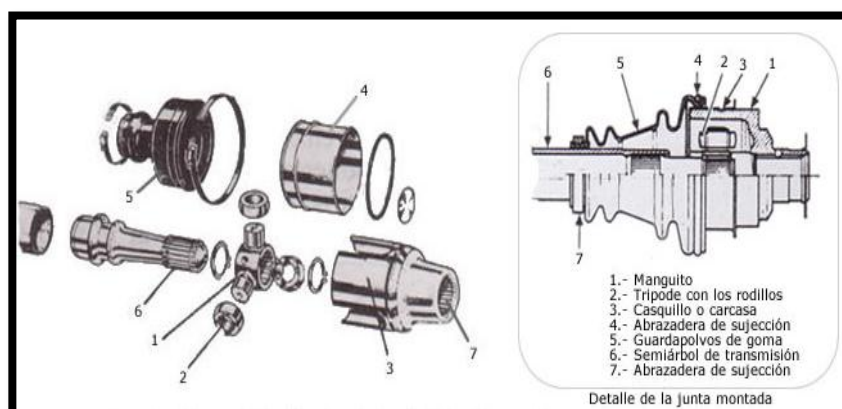
Figura 8. Junta elástica universal doble



Fuente: www.taringa.net/posts/autos-motos/16174422/Transmision-1era-parte.html

2.4.4 Juntas homocinéticas. Las juntas homocinéticas tienen el concepto básico de una rótula. Las piezas externas e internas tienen sectores mecanizados, en las cuales se acomodan esferas de arrastre, mantenidas en el lugar por medio de una jaula siempre en un plano medio que secciona ambos ejes.

Figura 9. Junta homocinética



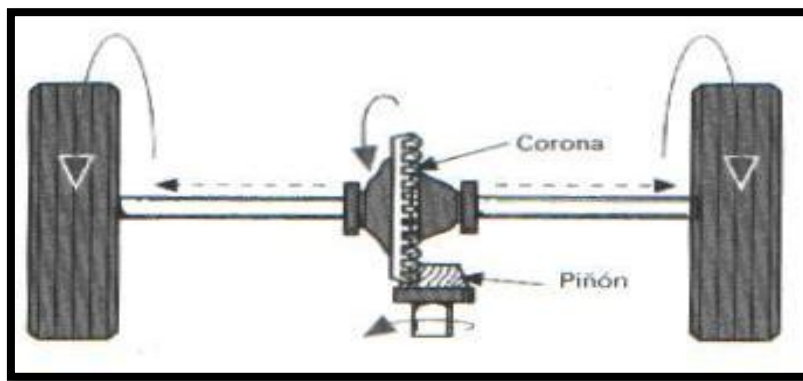
Fuente: www.taringa.net/posts/autos-motos/16174422/Transmision-1era-parte.html

En este plano se mantiene independientemente de la variación del ángulo entre el eje motriz y el eje de salida.

2.5 Puente trasero

El puente trasero tiene como función sostener el peso en la parte trasera del vehículo al mismo tiempo que es el encargado de transmitir el movimiento cuando el vehículo avanza, es utilizado como soporte del sistema de frenos de las ruedas traseras; en los vehículos en los cuales el eje trasero se usa como eje motriz el puente esta generalmente formado por una pieza tubular denominada cárter del eje trasero, esta pieza a su vez sirve como soporte y protección de los elementos mecánicos encargados de transmitir el movimiento a las ruedas.

Figura 10. Puente trasero



Fuente: zona-xj.activoforo.com/t17-transmision-de-movimiento-a-las-ruedas-part-1

El giro del motor comunicado al puente trasero por medio del árbol de transmisión tiene que aplicarse a las ruedas situadas en un eje perpendicular al de este, por lo que el giro cambia en un ángulo de 90° lo cual se consigue por medio del piñón cónico y la corona.

El piñón cónico o piñón de ataque recibe el movimiento del árbol de transmisión y lo comunica a la corona, el cual por medio del diferencial lo pasa a los palieres y posteriormente a las ruedas.

En la parte central del cárter del eje trasero existe un ensanchamiento en el cual se encuentran alojados los mecanismos del par cónico o grupo piñón corona y el grupo diferencial en los vehículos de todo adelante o de todo atrás, este conjunto se encuentra alojado en la caja de velocidades.[7]

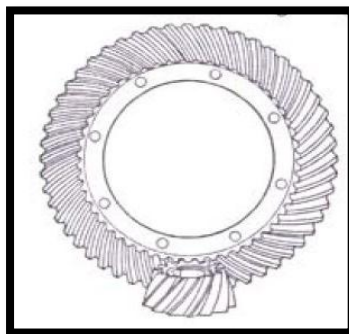
2.5.1 El grupo cónico. Está formado por el conjunto piñón y corona los cuales se encargan de realizar las funciones de reducción de velocidad y de la transmisión entre

ejes. En el caso de los vehículos con motor longitudinal el piñón de ataque y la corona son cónicos, en el caso de los motores transversales son cilíndricos.

2.5.2 Grupo cónico clasificación. De acuerdo a la disposición geométrica de los dientes del grupo cónico estos se clasifican en dos grandes grupos.

2.5.2.1 Grupo cónico espiral. Son engranajes cónicos con dientes helicoidales, en los cuales los ejes del piñón y la corona son concurrentes, se los emplea cuando tienen que transmitir un elevado par motor. Para ello el diseño permite que los dientes engranen formando un ángulo agudo, en lugar de 90° como en un engranaje recto.

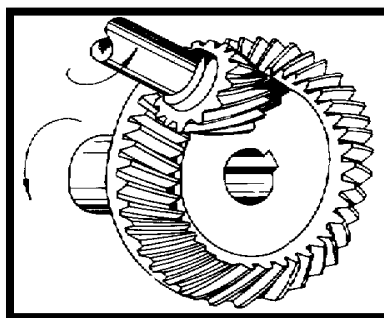
Figura 11. Grupo cónico espiral



Fuente: Enciclopedia del motor y del Automóvil, De Castro Vicente, 1990, pág. 176

2.5.2.2 Grupo cónico hipoide. Consiste en un engranaje con un dentado especial capaz de transmitir el movimiento entre dos ejes no concurrentes, de forma que el piñón se encuentra desplazado respecto al centro de la corona, para alcanzar una separación entre ejes igual a 0,2 veces el diámetro de la corona con lo cual se consiguen dientes más largos y en mayor número y por consiguiente mayor robustez, por la presencia de grandes empujes entre las ruedas dentadas, lo cual obliga a elegir cuidadosamente los rodamientos y el empleo del lubricante.

Figura 12. Grupo cónico hipoide

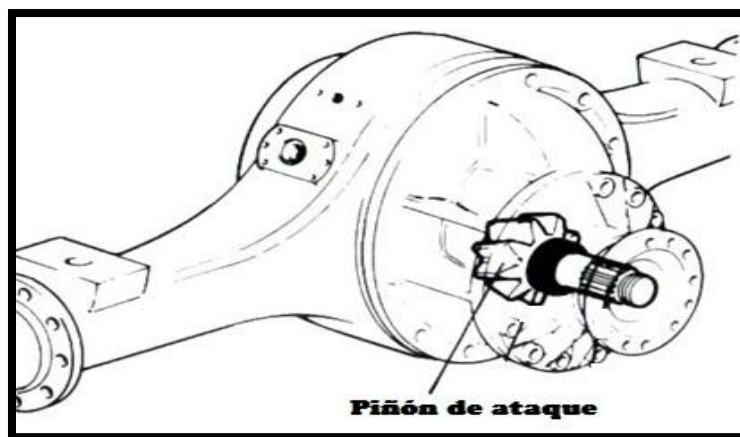


Fuente: mecanismosenmarchaudista.blogspot.com/2010/08/engranajes-generalidades-y-nociones.html

Tanto el piñón cónico como la corona disponen de un dentado helicoidal que presenta la ventaja de ser la más idónea para las carrocerías de piso bajo que se utilizan hoy en día resultado de ello se obtiene una mayor estabilidad.[8]

2.5.2.3 Piñón de ataque. El piñón de ataque está construido en una sola pieza y está constituido por un engranaje y un piñón, los cuales deben tener una elevada resistencia a los esfuerzos mecánicos y al desgaste de la superficie de los dientes, generalmente va montado sobre dos cojinetes de rodillos cónicos, los cuales a su vez van montados en los alojamientos mecanizados en la carcasa del mecanismo diferencial.

Figura 13. Piñón de ataque



Fuente: www.taringa.net/posts/ciencia-educacion/15307728/El-Diferencial.html

Para la construcción del piñón de ataque se utiliza acero bonificado 709 / AISI 4140, como norma, el acero 709 es suministrado templado y revenido (temple tenaz bonificado), por lo que no se requeriría un tratamiento térmico posterior, a no ser que así lo exija la aplicación y en ese caso, se templaría un acero especial para obtener propiedades mecánicas más elevadas.

2.5.2.4 Corona. Es un elemento dentado de gran tamaño y de un número elevado de dientes que tienen una forma helicoidal, utilizado para la transmisión del movimiento desde el piñón de ataque hacia el mecanismo diferencial y posteriormente hacia las ruedas.

En contraposición con un piñón, se denomina corona a la rueda dentada de mayor tamaño, y por tanto de mayor número de dientes de cada etapa de reducción o de multiplicación de velocidad, en el caso de formar parte de un mecanismo reductor de

velocidad como es el caso del mecanismo diferencial la corona es una rueda conducida.

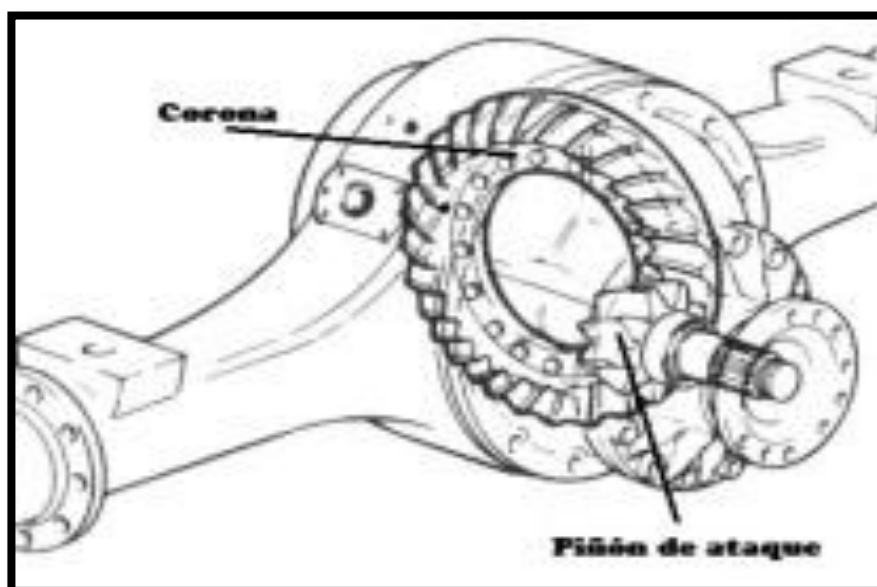
Figura 14. Corona



Fuente: www.rc-modelismo.com/Diferencial-trasero-corona-dentada-Rueda-Z32-06-2010

2.5.3 *Funcionamiento grupo Piñón-corona.* El piñón de ataque recibe el movimiento desde la caja de cambios por medio del árbol de transmisión, y lo transmite a la corona, dispuesta en posición transversal para transmitir el movimiento hacia las ruedas; la reducción de velocidad, se consigue al disponer el piñón de un menor número de dientes que la corona, con lo que también se consigue aumentar el par. La relación de desmultiplicación está comprendida entre 3:1 y 6:1 que dependerá del tamaño de las ruedas y de la potencia del motor.[9]

Figura 15. Grupo piñón - corona

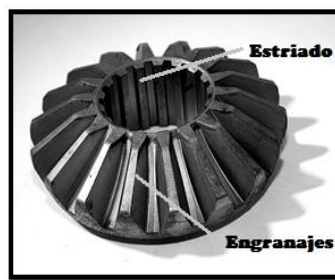


Fuente: www.taringa.net/posts/ciencia-educacion/15307728/El-Diferencial.html

2.5.4 El Conjunto Diferencial. Si las ruedas motrices del vehículo se unieran directamente a la corona del par cónico, el movimiento de rotación del motor sería transmitido desde el piñón de ataque a la corona y de esta a las ruedas; el conjunto diferencial está formado de planetarios y satélites.

2.5.4.1 Planetarios. En un diferencial, los planetarios son las 2 ruedas dentadas unidas a los semiejes de las ruedas motrices y que engranan con los satélites. Debido a que unos y otros sólo se encuentran en movimiento relativo durante un tiempo limitado (en las curvas) a bajas velocidades, poseen dientes rectos; en los diferenciales normales, los planetarios están constituidos por ruedas cónicas, pero no faltan modelos en que planetarios y satélites son ruedas cilíndricas.[10]

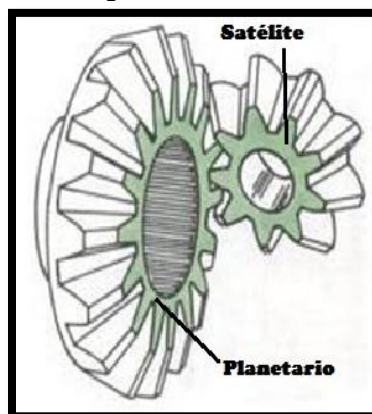
Figura 16. Planetario



Fuente: www.mackvyvltada.cl/default5.htm

2.5.4.2 Satélites. En un diferencial, los satélites son ruedas dentadas las cuales se encuentran unidas mediante un eje transversal, debiendo girar libremente sobre los piñones planetarios; por medio de los satélites se obtiene un aumento y disminución de velocidades en cada uno de los planetarios dependiendo esto de la trayectoria de giro que tome el vehículo.

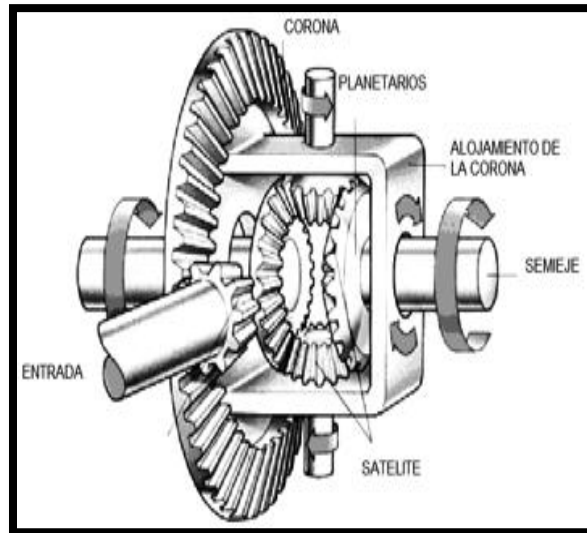
Figura 17. Satélite



Fuente: www.catalogometalurgico.com/products/view/1843

2.5.4.3 Caja diferencial. Tiene como misión adoptar un giro independiente a las ruedas, según el recorrido que efectuó cada una de ellas y además administrar la fuerza motriz en las ruedas encargadas de la tracción, tomando como base la rotación de una rueda con respecto a la otra.

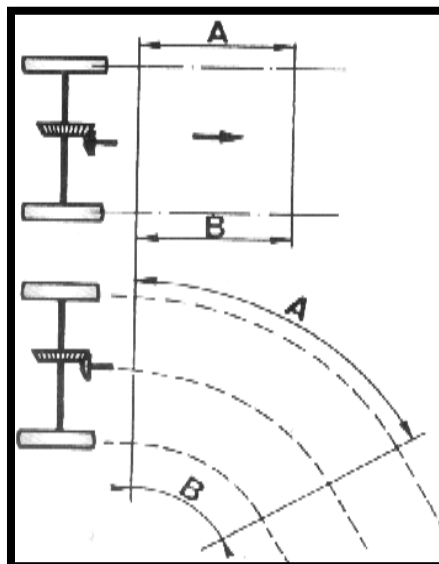
Figura 18. Caja diferencial



Fuente: www.irvinsystems.com/?p=2593

2.5.5 Función del Diferencial. La función del mecanismo diferencial es la de permitir el giro a diferentes velocidades de las ruedas motrices ya sean las delanteras o posteriores.[11]

Figura 19. Función del Diferencial



Fuente: Manual del Automóvil, 2002, Tomo III, pág. 115

Al no existir la corona, piñón de ataque, satélites, engranajes laterales que forman el grupo diferencial las ruedas se unirán directamente a la corona del par cónico, el movimiento de rotación del motor sería transmitido desde el piñón de ataque a la corona y de esta a las ruedas, girando ambas a la misma velocidad; con esta disposición el vehículo en una trayectoria recta los desplazamientos de ambas ruedas serían idénticos, pero cuando el vehículo marche en una trayectoria curva en la que la rueda exterior ha de hacer un recorrido mayor a la interior se produciría el arrastre o patinado de las ruedas, dado que las ruedas son impulsadas por la corona a la misma velocidad y deben efectuar recorridos diferentes.[12]

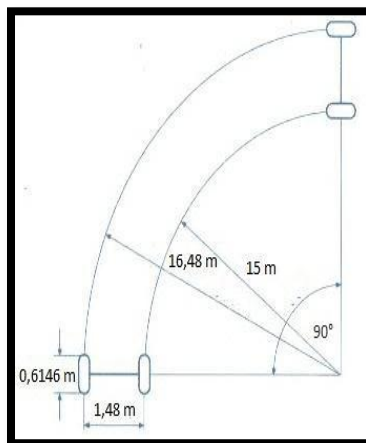
Los engranajes en el mecanismo diferencial se disponen en forma de "U" en el eje. Cuando ambas ruedas recorren el mismo camino, por ir el vehículo en línea recta, el engranaje se mantiene en situación neutra. Sin embargo, en una curva los engranajes se desplazan ligeramente, compensando con ello las diferentes velocidades de giro de las ruedas.

2.5.5.1 Ejemplo de funcionamiento del mecanismo diferencial. Un vehículo cuya distancia entre ejes es 1480 mm. (1,48 m) el diámetro efectivo de los neumáticos es 614,6 mm. (0,6146 m); cuando el vehículo recorre una curva de 90° con un radio de giro de 15 m para la rueda interior. [13]

DATOS:

| | |
|-----------------------------|-----------------------|
| $D = 1,48 \text{ m}$ | $\alpha_c = 90^\circ$ |
| $\phi_n = 0,6146 \text{ m}$ | $r_g = 15 \text{ m}$ |

Figura 20. Recorrido de las ruedas en una curva



Fuente: Manual CEAC del Automóvil, pág. 605

- El radio de la rueda externa será:

$$r_e = r_g + D \quad (1)$$

$$r_e = 15m + 1,48m = \mathbf{16,48m}.$$

- El recorrido de la rueda interior será:

$$R_i = \frac{\pi * d * 90^\circ}{360^\circ} \quad (2)$$

$$R_i = \frac{\pi * (15 * 2) * 90^\circ}{360^\circ} \quad R_i = \mathbf{23,56m}$$

- El recorrido de la rueda externa será:

$$R_e = \frac{\pi * d * 90^\circ}{360^\circ} \quad (3)$$

$$R_e = \frac{\pi * (16,48 * 2) * 90^\circ}{360^\circ} \quad R_e = \mathbf{25,89m}$$

- Cada rueda avanza en una vuelta:

$$A = \pi * \phi_n \quad (4)$$

$$A = \pi * 0,6146m = \mathbf{1,93m}.$$

- Número de vueltas de la rueda interior:

$$\#_{vi} = \frac{R_i}{A} \quad (5)$$

$$\#_{vi} = \frac{23,56m}{1,93m} \quad \#_{vi} = \mathbf{12,21}$$

- Número de giros de la rueda externa:

$$\#_{ve} = \frac{R_e}{A} \quad (6)$$

$$\#_{ve} = \frac{25,89m}{1,93m} \quad \#_{ve} = \mathbf{13,41}$$

- La rueda exterior tiene que dar:

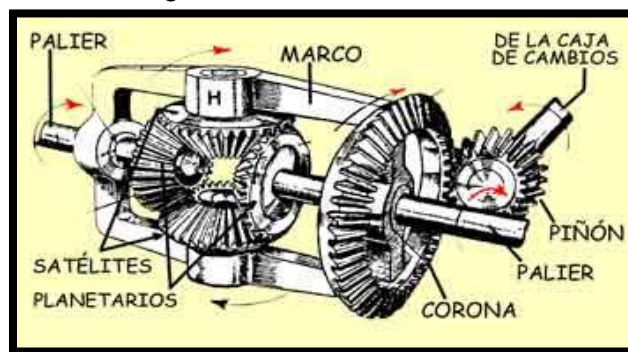
$$\Delta_v = \#_{ve} - \#_{vi} \quad (7)$$

$$\Delta_v = 13,41 - 12,21 = \mathbf{1,2 vueltas mas que la rueda interna}$$

2.5.6 Tipos de diferencial. Según las características de los diferentes diferenciales se clasifican en:

2.5.6.1 Diferenciales abiertos. Son los diferenciales convencionales, están compuestos por dos planetarios y dos, tres o cuatro satélites; los planetarios giran a través de los satélites. Este tipo de diferencial no es adecuado para el 4x4, ya que en el caso de circular por terrenos con poca adherencia, el diferencial mandará más revoluciones al eje con menos o sin adherencia. Los diferenciales abiertos son los más comunes en los vehículos y son estándar en la mayoría; consiste en un sistema de engranajes que mantiene la misma cantidad de presión en las caras de engranajes que operan cada uno de los semiejes.

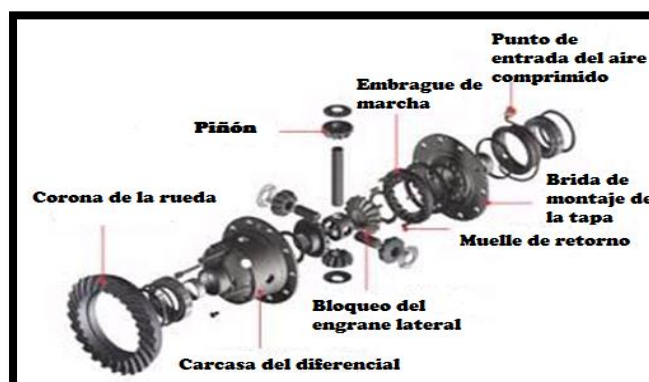
Figura 21. Diferencial abierto



Fuente: suzuki88.webcindario.com/varios-diferencial.htm

2.5.6.2 Diferencial de deslizamiento limitado. En este tipo, los ejes de los satélites no se soportan en la caja sino en unas entallas en forma de V de los platos de presión. Estos tienen unos salientes exteriores que encajan en las acanaladuras de la caja para producir su arrastre al tiempo que pueden desplazarse lateralmente entre cada uno de los platos de presión y la caja de satélites.[14]

Figura 22. Diferencial de deslizamiento limitado

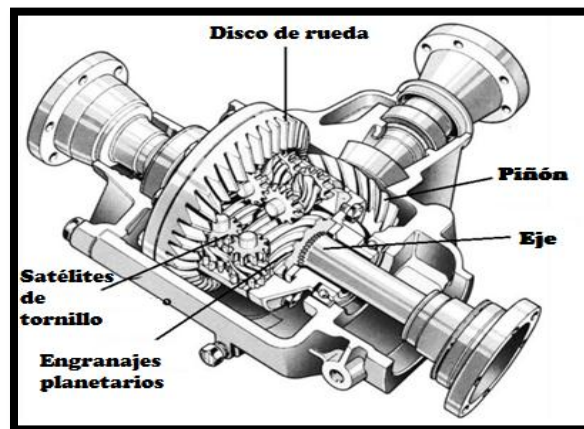


Fuente: suzuki88.webcindario.com/varios-diferencial.htm

2.5.6.3 Diferencial torsen. Su funcionamiento está basado en el principio de un tornillo sin fin, el tornillo puede mover a la corona pero la corona no puede mover al tornillo es un sistema irreversible, este diferencial es el único capaz de repartir el deslizamiento de forma independiente a la velocidad de giro de los semiejes.[15]

Funciona mediante la combinación de tres pares de ruedas helicoidales que engranan a través de dientes rectos situados en sus extremos (engranajes de concatenación). La retención o el aumento de la fricción se produce porque las ruedas helicoidales actúan como un mecanismo de tornillo sin fin, el punto de contacto entre los dientes se desplaza sobre una línea recta a lo largo del propio diente, lo que significa la unión del movimiento de giro de las ruedas con el movimiento de deslizamiento que supone fricción. El tarado o grado de resistencia se determina precisamente por el ángulo de la hélice de estas ruedas helicoidales.

Figura 23. Diferencial torsen



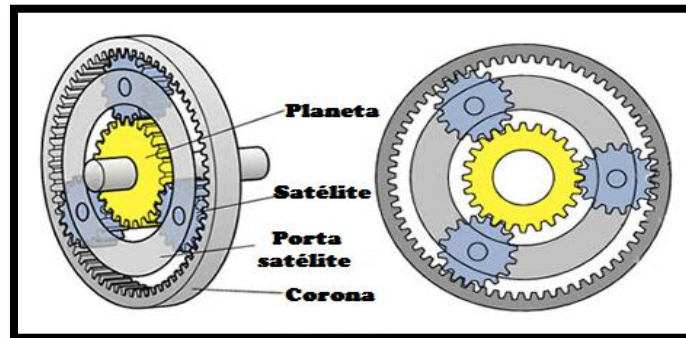
Fuente: www.clubjapo.com/foro/mec%20nicas-potenciaci%3F3n-y-gesti%3F3n-electr%3F3nica/156382-mecanica-y-potenciacion-con-elherrerrillo.html

Lo más interesante de este tipo de diferenciales es que puede repartir la fuerza del motor a cada semieje en función de la resistencia que oponga cada rueda al giro, pero al mismo tiempo permite que la rueda interior en una curva gire menos que la exterior, aunque esta última reciba menos par.

2.5.6.4 Diferencial epicicloidal. Este diferencial está constituido por un tren de engranajes planetarios simple, aunque dependiendo de los cuales sean los elementos utilizados, como entradas y salidas el juego de satélites puede ser doble, se utiliza como repartidor de par entre los diferenciales de los puentes delantero y trasero y como diferencial delantero en los automóviles con tracción a las cuatro ruedas; cuando

la entrada se hace por la caja de satélites las salidas a los puentes delantero y trasero se efectúan por los ejes del planeta y de la corona.[16]

Figura 24. Diferencial epicicloidal

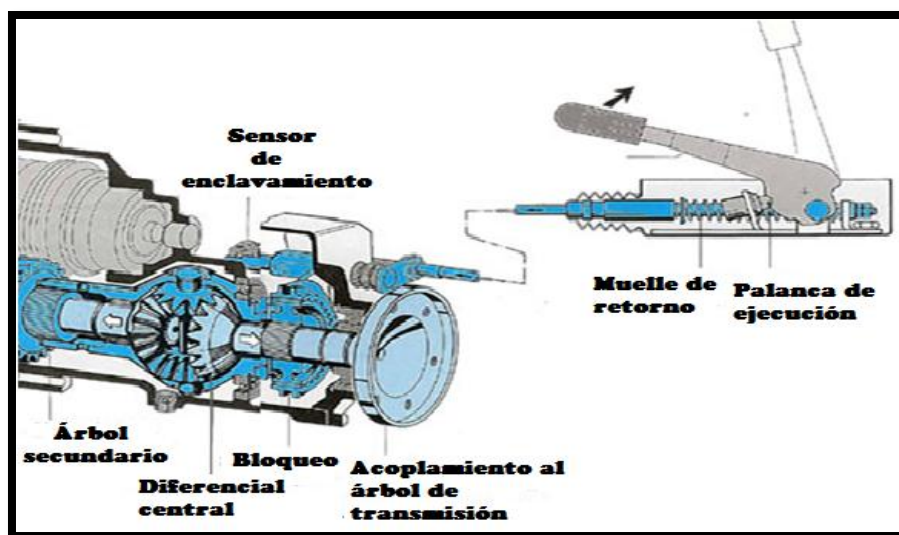


Fuente: www.taringa.net/posts/autos-motos/16167998/Cajas-de-cambio-2da-parte.html

2.5.6.5 Diferenciales controlados. Se clasifican por su accionamiento entre los cuales están:

Por bloqueo manual. Constan de los mismos componentes que un diferencial convencional de ruedas cónicas en el cual se ha añadido un sistema de bloqueo parcial entre la caja diferencial y planetarios que se los puede hacer actuar a voluntad.

Figura 25. Diferenciales controlados



Fuente: m.forocoches.com/foro/showthread.php?t=2692316&page=3

Por bloqueo automático. Son los más utilizados por los vehículos todo terreno y la mayoría de 4x4, utilizan al menos en uno de los dos ejes uno de estos diferenciales y muchas veces también en el diferencial central.

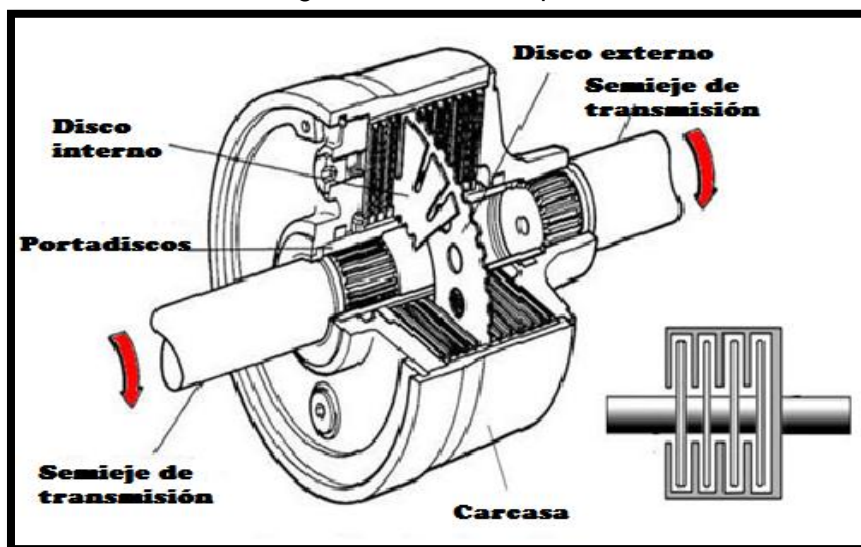
Según su funcionamiento se clasifican en:

Por discos de fricción. En estos diferenciales el sistema de bloqueo los realizan un conjunto de discos de dos tipos que se montan intercalados, unos unidos al diferencial por el diámetro exterior y otros solidarios a un manguito desplazable por el diámetro interior. Posee unas arandelas de presión en el extremo del paquete presionando axialmente entre la caja diferencial y el planetario.

Por viscoacoplador. Se le conoce también como embrague viscoso o acoplamiento ferguson efectúa el acoplamiento de dos ejes en función de la diferencia de la velocidad angular entre los mismos, en este caso los discos no rozan unos con los otros bajo una presión inicial, sino que están separados e inmersos en un líquido viscoso (silicona), mezclado con un 20% de aire, que llena todo el conjunto. Los discos solidarios a la caja diferencial tienen una serie de agujeros circulares mientras que los que van montados solidarios a los palieres tienen ranuras radiales en toda su superficie, van montados de forma alternativa y distanciada axialmente por medio de anillos separadores.

En marcha recta las ruedas traseras se ven arrastradas por las del tren que recibe la tracción a través de su contacto con el suelo, generándose una pequeña aportación de par a través del aceite silicona, uno de los ejes pierde tracción el deslizamiento que se genera entre los discos alternos hace aumentar la temperatura y presión en el aceite silicona que los envuelve, aumentando las fuerzas de cizalladura, arrastrando los discos conductores a los conducidos, consiguiéndose un giro solidario entre ambos.[17]

Figura 26. Viscoacoplador



Fuente: www.aficionadosalamecnica.net/diferencial-autoblocante.htm

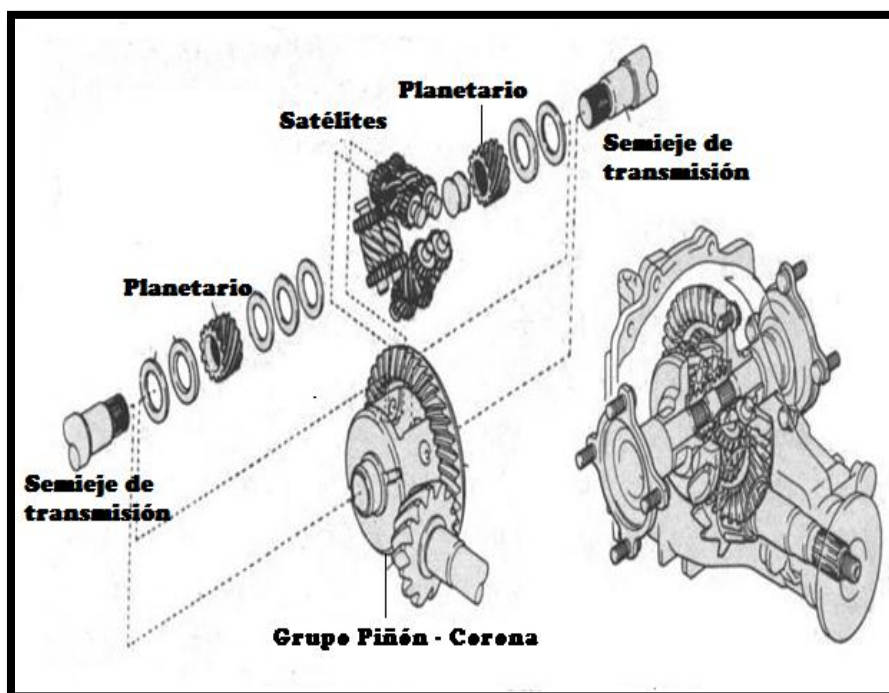
Al momento de actuación lo determina el número de discos, los taladros y el aire que tengan mezclado, no recibiendo en funcionamiento normal nada más que una pequeña parte del par a través de él, apenas un 10%. Este diferencial es el más usado cuando a un vehículo de tracción delantera se le añade la trasera como complemento ante una pérdida de tracción del tren delantero, momento en el que el bloqueo del mismo genera el desvío de par al otro tren.

El problema que se presenta con este diferencial es que la tracción a las 4 ruedas no es permanente y hay un cierto retraso desde que empieza a perder tracción uno de los ejes del vehículo y el acoplador viscoso empieza a transmitir el par de tracción al otro eje.

Torsen. El control del par se realiza por medio de la fricción interna del diferencial creado por el paquete de satélites, planetarios y arandelas de fricción, que se ven comprimidos por el esfuerzo axial de los planetarios, los cuales provienen del engranaje helicoidal con los paquetes de satélites.

La particularidad de este diferencial radica en que reparte la fuerza que procede del motor a las ruedas de forma independiente a la velocidad rotatoria de cada uno de los dos árboles o semiejes de transmisión que parten de él, su virtud es que puede transmitir, en una curva, más par a la rueda que menos gira, a diferencia del resto de diferenciales.

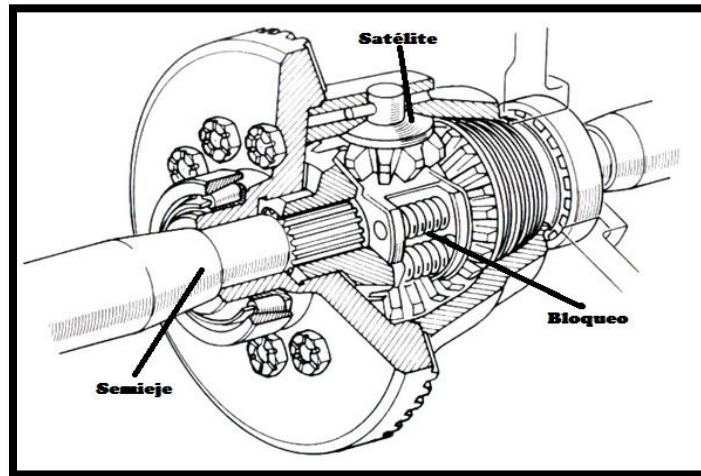
Figura 27. Torsen



Fuente: hr24x4.blogspot.com/2011_02_01_archive.html

Por *bloqueo permanente*. Este tipo de diferencial se caracteriza por hacer girar las ruedas motrices unidas rígidamente, permitiendo así que giren con independencia entre si únicamente cuando el automóvil tome una curva.[18]

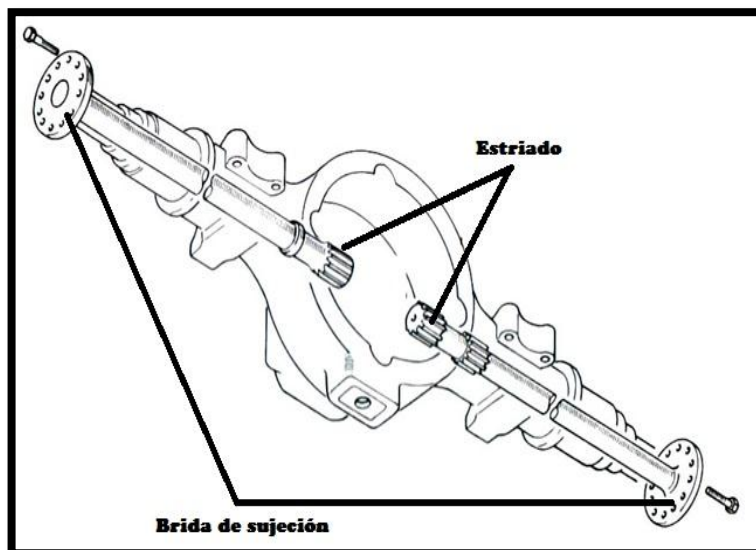
Figura 28. Bloqueo permanente



Fuente: www.taringa.net/posts/ciencia-educacion/15307728/EI-Diferencial.html

2.5.7 Los semiejes. Los semiejes son los encargados de transmitir el movimiento desde el planetario del diferencial a las ruedas, son barras cilíndricas de acero de alta resistencia, uno de los extremos por medio de estrías se acopla al planetario del diferencial mientras el otro extremo se une al cubo de la rueda ya sea por medio de estrías, por un acoplamiento cónico o por medio de tornillos.

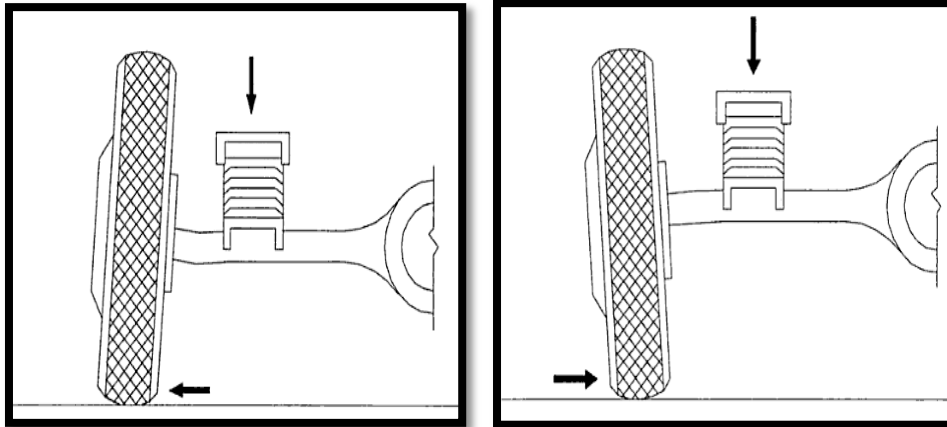
Figura 29. Semiejes



Fuente: www.taringa.net/posts/ciencia-educacion/15307728/EI-Diferencial.html

El eje trasero debe resistir fundamentalmente dos tipos de esfuerzos, el primero debido a la carga del vehículo que descansa sobre él y que tiende a deformarlo y el segundo se da debido a los esfuerzos anormales en la rueda los cuales se producen durante la marcha del automóvil los cuales tienden a doblar el eje.

Figura 30. Tipos de esfuerzos.

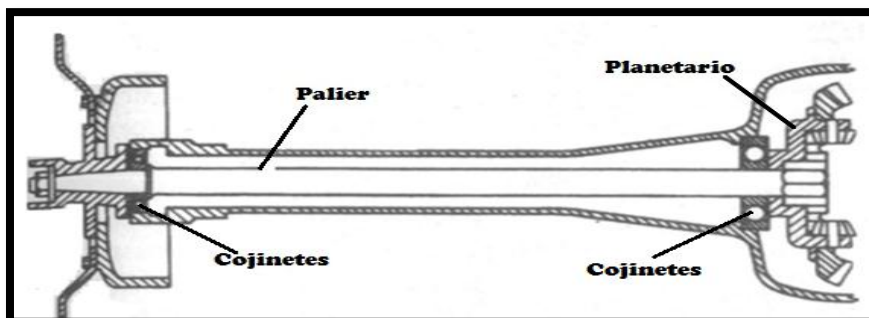


Fuente: Enciclopedia del motor y del Automóvil, De Castro Vicente, 1990, pág. 182

Según la disposición del montaje del semieje, estos se clasifican de la siguiente manera:

2.5.7.1 Semieje portante o rígido. En este tipo de disposición los semiejes están directamente apoyados por sus dos extremos sobre cojinetes de bolas montados en el cárter del eje trasero, los semiejes deben resistir todo el peso de la parte trasera del automóvil además de los esfuerzos laterales ejercidos sobre las ruedas durante la marcha del vehículo.

Figura 31. Semieje portante o rígido

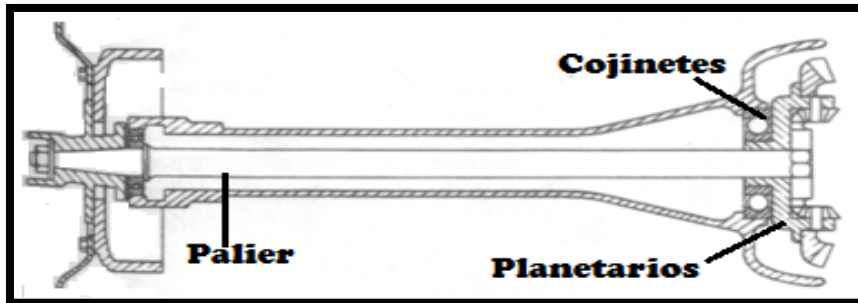


Fuente: Manual CEAC del Automóvil, pág. 621

2.5.7.2 Semieje semiflotante. En este tipo de disposición el semieje en el extremo correspondiente a la rueda está montado sobre un cojinete de bolas, mientras que en

el extremo correspondiente al diferencial no está soportado directamente por el cojinete si no por la caja del diferencial la que se apoya por medio de cojinetes en el cárter del eje trasero, el semieje de igual forma sigue soportando todo el peso de la parte trasera, así como los esfuerzos laterales que sufren las ruedas.[19]

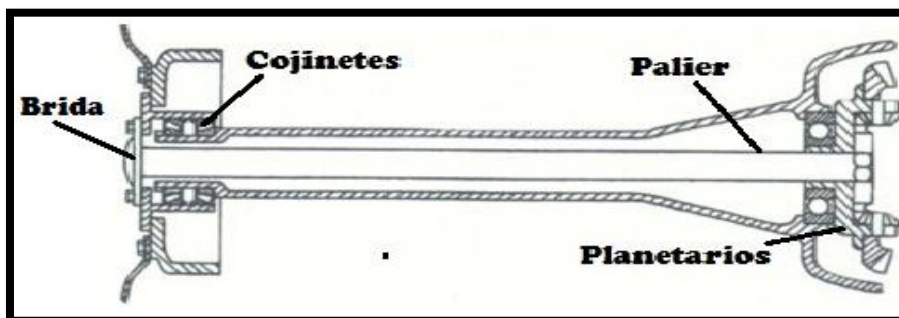
Figura 32. Semieje semiflotante



Fuente: Manual CEAC del Automóvil, pág. 621

2.5.7.3 Semieje tres cuartos flotante. En este tipo de disposición el semieje en el extremo correspondiente al planetario no está montado directamente en el cojinete si no por la caja del diferencial la cual se apoya por medio de cojinetes en el cárter del eje trasero, mientras que en el extremo correspondiente a la rueda este se halla unido al cubo de la rueda por medio de una brida o platina atornillada a ella en este caso no se apoya sobre ningún cojinete.[20]

Figura 33. Semieje tres cuartos flotante



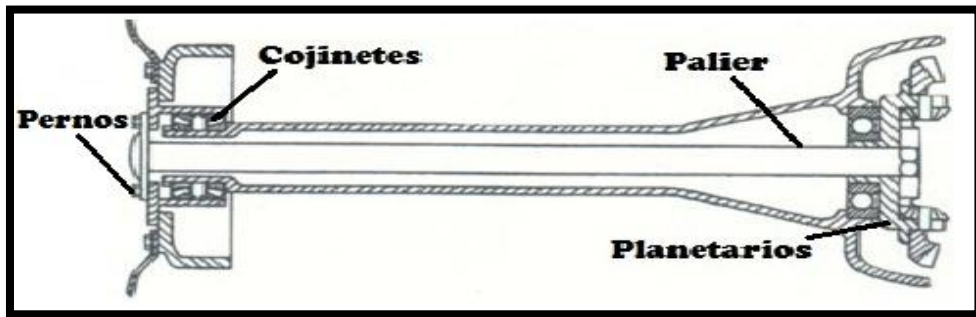
Fuente: Manual CEAC del Automóvil, pág. 621

Con este tipo de montaje el semieje ya no soporta el peso del vehículo pero tiene que seguir resistiendo los esfuerzos producidos por las ruedas.

2.5.7.4 Semieje flotante. En este tipo de disposición el semieje en el extremo que corresponde al planetario no está montado directamente en el cojinete si no por la caja

del diferencial la cual se apoya por medio de cojinetes en el cárter del eje trasero, mientras que en el extremo correspondiente a la rueda no se encuentra soportado por cojinete, sino simplemente atornillado a la rueda por medio de una platina la cual a su vez se apoya sobre el cárter de eje trasero a través de dos cojinetes de rodillos cónicos.[21]

Figura 34. Semieje flotante



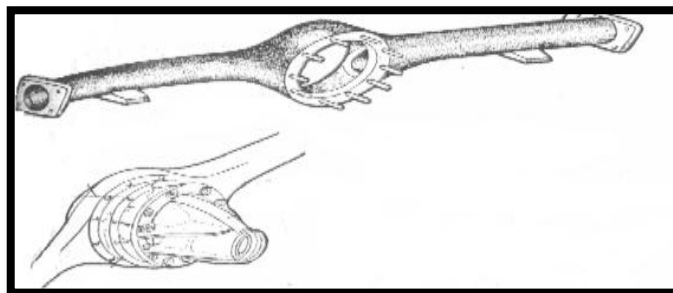
Fuente: Manual CEAC del Automóvil, pág. 622

Con esta disposición el semieje queda totalmente libre de todo esfuerzo que no sea el de transmitir movimiento desde el diferencial hacia las ruedas; mientras tanto el cárter del eje trasero pasa a ser la pieza encargada de resistir los esfuerzos.

2.5.8 *Cárter del eje trasero.* El cárter del eje trasero puede venir construido de diversas formas siendo dos las más utilizadas:

2.5.8.1 *Cárter tipo banjo.* Este tipo de cárter se caracteriza por estar construido por una pieza única con un ensanchamiento central abierto por su parte delantera y trasera, cerrándose la abertura trasera por medio de una tapa la cual suele estar provista de un taladrado para el engrase del diferencial, y la abertura delantera por medio de una tapa soporte en la que se sitúa el piñón de ataque.[22]

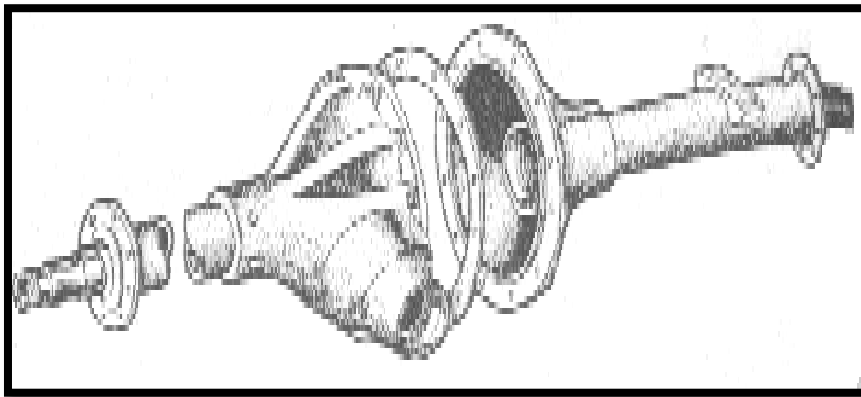
Figura 35. Cárter tipo banjo



Fuente: Enciclopedia del motor y del Automóvil, De Castro Vicente, 1990, pág. 173

2.5.8.2 *Cárter de tipo partido.* En este tipo de cárter del eje trasero este se divide en dos o tres piezas, si la división es en tres piezas existe una pieza central en la que se aloja el mecanismo diferencial y dos laterales que reciben el nombre de trompetas las cuales se unen a la parte central atornillándolas rígidamente.[23]

Figura 36. Cárter de tipo partido



Fuente: Enciclopedia del motor y del Automóvil, De Castro Vicente, 1990, pág. 174

En el caso de ser un cárter de dos piezas la una es una trompeta como en el caso anterior y la otra es una pieza única formada por la otra trompeta y el cárter del diferencial.

Siendo el cárter del eje trasero una pieza que debe estar sometida a constantes esfuerzos, su construcción debe ser rígida y resistente empleándose generalmente como materiales para su construcción planchas y tubos de acero y acero moldeado, últimamente se han construido de aleaciones ligeras, moldeadas de alta resistencia.[24]

2.6 Lubricación del sistema diferencial

El término lubricante hace referencia a una sustancia cuyo propósito consiste en la sustitución de la fricción entre dos elementos en movimiento, por una fricción menor, producida por las moléculas que lo componen.

Los aceites lubricantes APIGL-5, han sido desarrollados para cumplir eficientemente los requisitos de lubricación en el sistemas de transmisión automotriz tanto para cajas de velocidades, como en diferenciales utilizándose en engranajes automotrices, juntas universales, cajas de engranajes de la dirección, ejes reanudados, etc.

La transmisión por engranajes principalmente están sometidas a condiciones de funcionamiento de alta velocidad-bajo torque y baja velocidad-alto torque por lo que debe tener un lubricado adecuado para poder contribuir y conservar sus propiedades mecánicas durante el uso, garantizando un funcionamiento eficiente y una larga vida útil del mecanismo.

2.6.1 Propiedades y ventajas. Entre las principales propiedades y ventajas que posee un aceite lubricante de la clasificación API GL-5 tenemos:

- Protegen las partes lubricadas de la fricción reduciendo al mínimo el desgaste prolongando la vida útil del sistema.
- Bajan el costo de mantenimiento, reduciendo daños y prolongando los períodos de cambio de lubricante en el sistema.
- Poseen gran estabilidad térmica y a la oxidación disminuyen la reacción con el oxígeno del aire.
- Protegen contra la herrumbre y corrosión.
- Tienen magnífica característica de adhesividad que permite mantener el aceite en las superficies lubricadas.
- Tienen gran capacidad para controlar la formación de espuma.
- Proporciona sustanciales ahorros por mantenimiento.

2.6.2 Características del lubricante. En la siguiente tabla se mostraran las características que posee un aceite lubricante de la clasificación API GL-5.

Tabla 1. Características de los lubricantes

| CARACTERÍSTICAS TÍPICAS | | |
|--------------------------------------|------------------|-------------------|
| CATEGORÍA API GL-5 | SAE 80W90 | SAE 85W140 |
| PRUEBAS | | |
| GRAVEDAD ESPECÍFICA a 15.6° C | 0.910 | 0.920 |
| VISCOSIDAD A 40°C C.S.T. | 200 | 280 |
| VISCOSIDAD A 100° C.S.T. | 14-21 | 24-41 |
| INDICE DE VISCOSIDAD | 110 | 110 |
| PUNTO DE INFLAMACIÓN, °C | 210 | 210 |
| PUNTO DE FLUIDEZ, °C | -18 | -18 |

Fuente: http://racingbee.com.mx/api_gl5.html

2.7 Frenos

Uno de los dispositivos de seguridad más importantes de un vehículo es el sistema de frenos, sin embargo el conductor solo percibe por su efecto, lo que sucede detrás del pedal de freno; cuando un automóvil se desplaza tiene en si una determinada cantidad de energía que el motor a través de diferentes mecanismos a transmitido hacia los neumáticos lo cual se ha convertido en velocidad de desplazamiento.

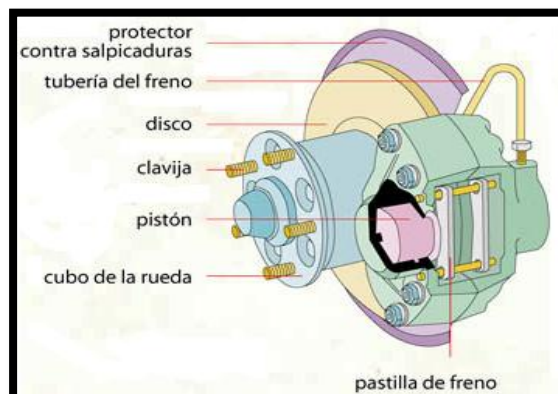
La función del sistema de frenos consiste en reducir la velocidad del vehículo o de parar el mismo totalmente, adicionalmente, el sistema de freno debe mantener el vehículo estacionado; frecuentemente el sistema completo se expone a esfuerzos máximos, en función de las exigencias y tipo de vehículos se emplean sistemas con distintas fuerzas de transmisión.

2.7.1 Clasificación del sistema de frenos. La absorción de la energía cinética del vehículo para frenarlo se lo realiza haciendo rozar las superficies de 2 piezas, una de ellas gira con la rueda mientras que el único movimiento de la otra es el de aproximación a la primera, el coeficiente de adherencia entre ambas es muy elevado.

Dependiendo de la forma de las superficies y de la manera de aplicar la una con la otra, se distinguen dos tipos de frenos:

2.7.1.1 Frenos de disco. Este tipo de freno se monta en casi la totalidad de ruedas delanteras y también en muchas traseras sobre todo en vehículos de grandes prestaciones; los frenos de disco están constituidos por: disco de freno, horquilla, pastillas de freno, clavijas de retención de las pastillas, válvula de sangrado, alojamiento del pistón

Figura 37. Freno de disco



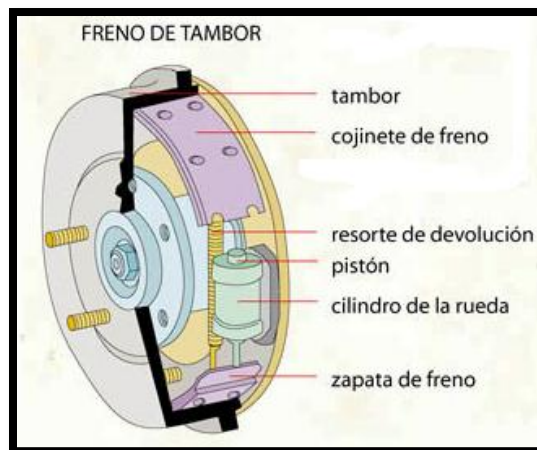
Fuente: www.diablmotor.com/2010/06/22/frenos-de-disco-frenos-de-tambor/

El disco solidario de la rueda es la pieza giratoria del freno cuando las pastillas son presionadas fuertemente contra él se produce el rozamiento que da lugar al frenado, las pastillas y el mando hidráulico están alojadas al interior de la horquilla siendo esta la parte fija del freno; estos discos tienen entre las superficies de rozamiento unos compartimientos a modo de aletas que los hacen funcionar como una turbina, tomando el aire por el centro y expulsándolo por su periferia.

2.7.1.2 Frenos de tambor. Este tipo de frenos fue durante muchos años muy utilizado en los automóviles en la actualidad solamente se utiliza para las ruedas traseras, en la práctica es denominado como un tipo de frenos de expansión.

Los elementos principales que los constituyen son: plato de freno, bombín, zapatas, palanca de freno de mano, cable de freno de mano, muelles recuperadores, tambor, soporte de apoyo.

Figura 38. Freno de tambor



Fuente: www.diablotmotor.com/2010/06/22/frenos-de-disco-frenos-de-tambor/

El tambor es la pieza giratoria del freno, su superficie cilíndrica en el interior es una de las superficies de rozamiento y recibe la mayor parte de calor desarrollado en el frenado, es fabricado con fundición gris perlítica con grafito esférico o con fundición aleada las cuales presentan gran resistencia al desgaste a la deformación y a altas temperaturas; el tambor está montado sobre la brida del semieje sujetando al tambor a ella por medio de pequeños tornillos los cuales impiden que se salga el tambor al desmontar la rueda la unión efectiva de la llanta y el tambor con la brida se hace con seis tornillos.

CAPÍTULO III

3 VALIDACIÓN DE COMPONENTES MECÁNICOS MEDIANTE CÁLCULOS

3.1 Cálculo de las r.p.m. a las que girara el árbol de transmisión

Para determinar las r.p.m a las que gira el eje de transmisión se emplea la siguiente ecuación:

$$D_2 \cdot N_2 = D_1 \cdot N_1 \quad (8)$$

$$N_2 = \frac{D_1 \cdot N_1}{D_2}$$

Notaciones.

D_1 = Diámetro de la polea 1

D_2 = Diámetro de la polea 2

N_1 = Número de revoluciones del motor

N_2 = Número de revoluciones dadas en la polea

Datos.

$D_1 = 4 \text{ plg}$

$D_2 = 11 \text{ plg}$

$N_1 = 1740 \text{ r. p. m.}$

$N_2 = ?$

$$D_2 \cdot N_2 = D_1 \cdot N_1$$

$$N_2 = \frac{D_1 \cdot N_1}{D_2} \quad N_2 = \frac{4 \text{ plg} \cdot 1800 \text{ r. p. m}}{11 \text{ plg}}$$

$$N_2 = 654 \text{ r. p. m}$$

3.2 Cálculo porcentual de la relación de transmisión. [25]

Para la determinación porcentual de la relación de transmisión del motor AC al eje de transmisión se emplea la siguiente ecuación:

$$X = \frac{N_2 \cdot 100\%}{N_1} \quad (9)$$

Notaciones.

N_1 = Número de revoluciones del motor

N_2 = Número de revoluciones dadas en la polea

X = porcentaje de la relación de transmisión

Datos.

N_1 = 1800 r.p.m.

N_2 = 654 r.p.m

X =?

$$N_1 = 1800$$

$$N_2 = X$$

$$X = \frac{N_2 \cdot 100\%}{N_1} \quad (10)$$

$$X = \frac{654 \text{ r.p.m.} \cdot 100\%}{1800 \text{ r.p.m.}} \quad X = \frac{654 \text{ r.p.m.} \cdot 100\%}{1800 \text{ r.p.m.}}$$

$X = 36,33\%$ de r.p.m en el eje de transmisión respecto al motor.

3.3 Cálculos en el mecanismo diferencial

3.3.1 Relación de transmisión en el puente trasero. En el puente trasero y en si en el sistema diferencial se da una relación de transmisión de revoluciones y del par de giro.

El puente trasero puede estar constituido por un árbol trasero de accionamiento en las transmisiones normales o tracción trasera y como árbol delantero de accionamiento en la tracción delantera.

Para el cálculo de la relación de transmisión de revoluciones y del par de giro se utilizan las mismas ecuaciones de los engranajes de ruedas rectas; la relación de transmisión del puente trasero es igual a la relación existente entre las revoluciones del piñón de ataque y las revoluciones de la corona del diferencial.

El piñón de ataque y la corona del diferencial transmiten al puente las revoluciones y el par de giro siendo el primero un reductor y el segundo un multiplicador de revoluciones.

Notaciones.

n_p = Revoluciones del piñón [rpm]

n_c = Revoluciones de la corona del diferencial [rpm]

n_A = Revoluciones del árbol de accionamiento

Z_p = Número de dientes del piñón

i_{dif} = Relación de transmisión del puente

M_p = Par del piñón Nm

M_c = Par de la corona del diferencial Nm

M_A = Par del árbol de accionamiento Nm

Z_c = Número de dientes de la corona del diferencial

3.3.1.1 Ecuaciones de la relación de transmisión en el puente Trasero.

$$i_{dif} = \frac{\text{Número de revoluciones del piñón}}{\text{Número de revoluciones de la corona del diferencial}}$$

$$i_{dif} = \frac{n_p}{n_c (n_A)} \quad (11)$$

$$i_{dif} = \frac{\text{Número de dientes de la corona diferencial}}{\text{Número de dientes del piñón}}$$

$$i_{dif} = \frac{Z_c}{Z_p} \quad (12)$$

3.3.1.2 Transmisión de las revoluciones en el puente trasero.

$$M_p \cdot n_p = M_c \cdot n_c \text{ (bzw. } M_A \cdot n_A) \quad (13)$$

$$\frac{n_p}{n_c (n_A)} = \frac{M_c (M_A)}{M_p} \quad (14)$$

Por lo tanto:

$$i_{dif} = \frac{M_c (M_A)}{M_p} M_c \cdot (M_A) = M_p \cdot i_{dif} N_m \quad (15)$$

La relación de transmisión en el puente trasero suele ser de 3:1 a 6:1 llegando en el caso de los camiones hasta una relación de 10:1.

3.3.1.3 Cálculo de la relación de transmisión.

$$i_{dif} = \frac{\text{Número de dientes de la corona diferencial}}{\text{Número de dientes del piñón de ataque}}$$
$$i_{dif} = \frac{Z_C}{Z_P} \quad (16)$$

Datos.

Número de dientes de la corona diferencial: **43**

Número de dientes del piñón de ataque: **13**

$$i_{dif} = \frac{43}{13}$$
$$i_{dif} = 3,3:1$$

3.4 Cálculo de revoluciones en los semiejes del puente trasero

$$n_C \cdot n_A = \frac{n_P}{i_{dif}} \frac{1}{\text{min}} \quad (17)$$

Datos.

$n_P = ?$

$i_{dif} = 3,3:1$

$n_A = 654 \text{ rpm}$

$$n_C \cdot n_A = \frac{654 \text{ rpm}}{3,3}$$
$$n_P = 198 \text{ r.p.m}$$

3.5 Transmisión del par de giro en el puente

Datos.

$1hp = 745 \text{ Watts}$ (Potencia motor AC)

$i_{dif} = 3, 3:1$

$$1000W = 1000 \frac{Nm}{s} = 1000 \frac{J}{s} = 1KW$$

$$M_P = 745 [Nm]$$

$$M_C \cdot (M_A) = M_P \cdot i_{dif} \quad (18)$$

$$M_C \cdot (M_A) = 745 \cdot 3,3 [Nm]$$

$$M_C \cdot (M_A) = 2458,5 [Nm]$$

3.6 Cálculos en el sistema de freno [26]

El proceso de frenado es vital para el control de los vehículos, los frenos deben responder lo más exactamente posible a la solicitud del conductor.

Figura 39. Pedal de freno.



Fuente: Software CAE

Notaciones.

F_{pie} = Fuerza del pie [daN]

F_p = Fuerza en la cabeza del émbolo del cilindro principal de frenado [daN]

r_1 = Brazo de palanca 1 del pedal del freno [cm]

r_2 = Brazo de palanca 2 del pedal del freno [cm]

ρL = Presión del circuito [daN/cm² \cong bar]

F_{RA} = Fuerza de aprieto de los cilindros de las ruedas traseras [daN]

d_p = Diámetro del cilindro principal [cm]

d_{RA} = Diámetro de los cilindros de las ruedas traseras [cm]

Observación: La presión se da en daN/cm² porque 1 daN/cm² corresponde a 1 bar.

3.6.1 Cálculo de la Fuerza en el cilindro principal 1.

$$F_p = \frac{F_{pie} \cdot r_1}{r_2} \quad (19)$$

Datos.

$F_{pie} = 40 \text{ daN}$

$r_1 = 42 \text{ cm}$

$r_2 = 13 \text{ cm}$

$d_p = 1,59 \text{ cm}$

$F_p = ?$

$$F_p = \frac{40 \text{ daN/cm}^2 \cdot 42 \text{ cm}}{13 \text{ cm}} \quad F_p = \frac{1680 \text{ daN/cm}}{13 \text{ cm}}$$

$$F_p = 129,23 \text{ daN}$$

3.6.2 Cálculo de la Presión del líquido en el cilindro principal 1.

$$\rho L = \frac{F_p}{\frac{d_p^2 \cdot \pi}{4}} \quad (20)$$

Notaciones.

ρL = Presión del circuito [$daN/cm^2 \cong bar$]

F_p = Fuerza en la cabeza del émbolo del cilindro principal de frenado [daN]

d_p = Diámetro del cilindro principal [cm]

Datos.

$F_p = 129,23 daN$

$d_p = 1,59cm$

$\rho L = ?$

$$\rho L = \frac{129,23 daN}{\frac{1,59^2 cm \cdot \pi}{4}} \quad \rho L = \frac{129,23 daN}{\frac{7,94 cm^2}{4}}$$

$$\rho L = \frac{129,23 daN}{1,99 cm^2}$$

$$\rho L = 64,94 \frac{daN}{cm^2}$$

3.6.3 Cálculo de la Fuerza de Aprieto en el cilindro principal 1.

$$F_{RA} = \rho L \cdot \frac{d_{RA}^2 \cdot \pi}{4} \quad (21)$$

Notaciones.

F_{RA} = Fuerza de aprieto de los cilindros de las ruedas traseras [daN]

ρL = Presión del circuito [$daN/cm^2 \cong bar$]

d_{RA} = Diámetro de los cilindros de las ruedas traseras [cm]

Datos.

$$\rho L = 64,94 \frac{daN}{cm^2}$$

$d_{RA} = 2,38 cm$

$F_{RA} = ?$

$$F_{RA} = 64,94 \frac{daN}{cm^2} \cdot \frac{2,38^2 cm \cdot \pi}{4} \quad F_{RA} = 64,94 \frac{daN}{cm^2} \cdot 4,45 cm^2$$

$$F_{RA} = 64,94 \frac{daN}{cm^2} \cdot 4,45 cm^2$$

$$F_{RA} = 288,98 daN$$

3.6.4 Cálculo de la Fuerza en el cilindro principal 2.

$$F_p = \frac{F_{pie} \cdot r_1}{r_2} \quad (22)$$

Notaciones.

F_p = Fuerza en la cabeza del émbolo del cilindro principal de frenado [daN]

F_{pie} = Fuerza del pie [daN]

r_1 = Brazo de palanca 1 del pedal del freno [cm]

r_2 = Brazo de palanca 2 del pedal del freno [cm]

Datos.

$F_{pie} = 35 daN$

$r_1 = 42 cm$

$r_2 = 13 cm$

$d_p = 1,59 cm$

$F_p = ?$

$$F_p = \frac{35 \frac{daN}{cm^2} \cdot 42 cm}{13 cm} \quad F_p = \frac{1470 daN/cm}{13 cm}$$

$$F_p = 113,08 daN$$

3.6.5 Cálculo de la Presión del líquido en el cilindro principal 2.

$$\rho L = \frac{F_p}{\frac{d_p^2 \cdot \pi}{4}} \quad (23)$$

Notaciones.

ρL = Presión del circuito [$daN/cm^2 \cong bar$]

F_p = Fuerza en la cabeza del émbolo del cilindro principal de frenado [daN]

d_p = Diámetro del cilindro principal [cm]

Datos.

$F_p = 113,08 daN$

$d_p = 1,59cm$

$\rho L = ?$

$$\rho L = \frac{113,08 daN}{\frac{1,59^2 cm \cdot \pi}{4}}$$

$$\rho L = \frac{113,08 daN}{\frac{7,94cm^2}{4}} \quad \rho L = \frac{113,08 daN}{1,99cm^2}$$

$$\rho L = 56,82 \frac{daN}{cm^2}$$

3.6.6 Cálculo de la Fuerza de Aprieto en el cilindro principal 2.

$$F_{RA} = \rho L \cdot \frac{d_{RA}^2 \cdot \pi}{4} \tag{24}$$

Notaciones.

F_{RA} = Fuerza de aprieto de los cilindros de las ruedas traseras [daN]

ρL = Presión del circuito [$daN/cm^2 \cong bar$]

d_{RA} = Diámetro de los cilindros de las ruedas traseras [cm]

Datos.

$$\rho L = 56,82 \frac{daN}{cm^2}$$

$d_{RA} = 2,38 cm$

$F_{RA} = ?$

$$F_{RA} = \rho L \cdot \frac{d_{RA}^2 \cdot \pi}{4} \quad (25)$$

$$F_{RA} = 56,82 \frac{daN}{cm^2} \cdot \frac{2,38^2 cm \cdot \pi}{4} \quad F_{RA} = 56,82 \frac{daN}{cm^2} \cdot 4,45 cm^2$$

$$F_{RA} = 252,85 da N$$

CAPÍTULO IV

4. MOTOR ELÉCTRICO

Los motores eléctricos son máquinas eléctricas rotatorias. Transforman la energía eléctrica que reciben en sus bornes en energía mecánica, a través de efectos electromagnéticos.

Debido a que son muchos y variados los tipos de motores eléctricos, existen numerosas formas de catalogarlos. A continuación se muestran algunas de las formas más usuales.

4.1 Características del Motor eléctrico seleccionado

El motor seleccionado para la realización del proyecto de tesis es un motor eléctrico de inducción monofásico AC de 1800 rpm y de 1 hp de fuerza.

Figura 40. Motor eléctrico WEG



Fuente: guimun.com/fotos/img400_pic713_producto.jpg_6214.jpg

Tabla 2. Características del motor seleccionado

| | | | | |
|-------------|--------------|--|-------------|-------|
| HP | 1 | | FR | D56 |
| V | 110/220 | | Hz | 60 |
| A | 13.50 / 6.75 | | RPM | 1800 |
| INS | B | | AMB | 40 °C |
| SF | 1.15 | | ENCL | ODP |
| DUTY | CONT | | CODE | K |

Fuente: www.weg.net/mx

El principio con el que funcionan los motores AC consiste en que la corriente alterna aplicada al motor genera un campo magnético giratorio y a su vez este campo magnético giratorio hace girar al rotor del motor.

Este tipo de motores eléctricos se caracterizan por tener un solo devanado en el estator, que es el devanado inductor. Prácticamente todas las realizaciones de este tipo de motores son con el rotor jaula de ardilla la característica principal de estos rotores es poseer una forma cilíndrica montada en un eje; internamente contiene barras conductoras longitudinales de aluminio o de cobre con surcos y conectados juntos en ambos extremos poniendo en corto circuito los anillos que forman la jaula. El nombre se deriva de la semejanza entre esta jaula de anillos y barras y la rueda de un hámster.

Suelen tener potencias menores de 1Kw, aunque hay notables excepciones como los motores de los aires acondicionados con potencias superiores a 10 Kw. Se utilizan fundamentalmente en electrodomésticos, bombas y ventiladores de pequeña potencia, pequeñas máquinas-herramientas.

Se pueden alimentar entre una fase y el neutro o entre dos fases. No presentan los problemas de excesiva corriente de arranque como en el caso de los motores trifásicos de gran potencia, debido a que los motores monofásicos son de pequeña potencia, por tanto todos ellos utilizan el arranque directo.

Las características de comportamiento de un motor de inducción monofásico, cuando opera únicamente con su devanado principal energizado, se puede determinar a partir del diagrama de su circuito equivalente para distintos valores de deslizamiento.

En el motor asíncrono el rotor no está conectado a fuente alguna de energía. De los dos tipos de motores de AC el asíncrono es el más empleado.

La NEMA tiene establecida una numeración normalizada y un código de colores que han sido adoptados por varios países, que facilitan la identificación de las terminales del motor. El número de cada conductor o terminal se identifican con una letra (T1,T2 etc.) y se asigna un color, como se muestra a continuación:

Sistema de numeración normalizado para un motor de fase partida monofásico con protección térmica. T5- negro, T8- rojo, P1- sin color asignado, P2- café

El motor seleccionado posee arranque por condensador monofásico, se fabrican

desde fracciones de HP hasta 15 HP. Se usan ampliamente en muchas aplicaciones de tipo monofásico, tales como accionamiento de máquinas herramientas.

Este tipo de motor es similar en su construcción al de fase partida excepto que se conecta un capacitor en serie con el devanado de arranque.

Los motores de arranque con capacitor están equipados como los de fase partida, con devanados de trabajo y de arranque, pero el motor tiene un condensador (capacitor) que permite tener un mayor par de arranque. El capacitor se conecta en serie con el devanado de arranque y el switch centrifugo.

La corriente en los devanados de arranque que es liberada por el capacitor se adelanta al voltaje en el devanado de trabajo, obteniendo de esta manera un desplazamiento angular mayor entre los devanados. Lo que proporciona un incremento en el par de arranque del motor.

Para tener una idea de la magnitud de dicho par; un motor de fase partida con capacitor tiene un par dos veces mayor que el motor de fase partida sin capacitor.

Este tipo de motores de arranque por condensador requieren menor mantenimiento, tienen un par de arranque muy bajo, lo que hace que no sean adecuados para algunas aplicaciones. El par de arranque en un motor de arranque con capacitor está producido por un campo magnético rotatorio que se establece dentro del motor. Este campo magnético relocaliza al devanado de arranque a 90° eléctricos, desfasados con respecto al devanado de trabajo, lo que hace que la corriente en el devanado de arranque se adelante al de devanado de trabajo, esta condición produce un campo magnético giratorio en el estator, el cual a su vez induce corriente en el devanado del rotor, efectuando así la rotación del mismo

Los motores monofásicos de inducción poseen un bobinado único en el estator. Este bobinado está devanado generalmente en varias bobinas que se distribuyen en la periferia del estator, y genera un campo magnético único alternado a lo largo del eje de los campos.

Si las velocidades del campo magnético y la del rotor son iguales, no se inducirá f.e.m. debido a que no habría movimiento relativo entre los campos del estator y rotor. Al no haber f.e.m. no existirá corriente inducida y por lo tanto no se inducirá el par motor, entonces se hace necesario que el rotor gire a una velocidad menor que el campo magnético giratorio del estator. Esta diferencia de velocidad se llama resbalamiento.

La NEMA define el motor de fase partida como motor de inducción monofásico provisto de un arrollamiento auxiliar desplazado magnéticamente respecto al arrollamiento principal y conectado en forma paralela.[27]

4.2 Partes fundamentales de un motor eléctrico (WEG)

Las principales partes de un motor eléctrico WEG que posee un diseño D56 son:

4.2.1 Rotor. El rotor es el elemento de transferencia mecánica, ya que de él depende la conversión de energía eléctrica a mecánica. Los rotores, son un conjunto de láminas de acero al silicio que forman un paquete.

El rotor se compone de tres partes fundamentales. La primera de ellas es el núcleo, formado por un paquete de láminas o chapas de hierro de elevada calidad magnética. La segunda es el eje, sobre el que va ajustado a presión el paquete de chapas. La tercera es el arrollamiento llamado de jaula de ardilla, que consiste en una serie de barras de cobre de gran sección, alojadas en sendas ranuras axiales practicadas en la periferia del núcleo y unidas en cortocircuitos mediante dos gruesos aros de cobre, situados uno a cada extremo del núcleo.

Las ventajas del rotor jaula de ardilla que posee este motor son:

- Baja inercia.
- Alto par de arranque.
- Alta rigidez mecánica.

Figura 41. Rotor



Fuente: www.tuveras.com/maquinaasincrona/motorasincrono1.htm

Son producidos con chapas de acero de bajas pérdidas, las cuales son termo químicamente tratadas para mejorar la eficiencia y minimizar el fatigamiento mecánico.

4.2.2 Bobinado. Consiste de dos devanados sujetos en su lugar por unas ranuras

en el núcleo de acero laminado, los dos devanados consisten de dos bobinas aisladas dispuestas y conectadas para que formen dos devanados separados uno del otro; uno de estos devanados es el principal y el otro es el de arranque.

El devanado principal es de alambre grueso y colocado en el fondo de las ranuras del estator. El de arranque es de alambre delgado y situado en lo alto de las ranuras, encima del devanado principal.

Los alambres del embobinado del estator son alambres esmaltados con clase H e impregnados con el proceso de inmersión, con flujo continuo de resina.

Figura 42. Bobinado



Fuente: devanasur.blogspot.com/p/fotos-de-bobinados-de-motores.html

4.2.3 *Caja de conexiones.* La caja de conexiones es un elemento que protege a los conductores que alimentan al motor, resguardándolos de la operación mecánica del mismo, y contra cualquier elemento que pudiera dañarlos.

Figura 43. Caja de conexiones



Fuente: guimun.com/fotos/img400_pic713_producto.jpg_6214.jpg

En este caso la caja de conexiones está en la parte interna del motor excelente espacio interno, teniendo uno o dos agujeros roscados para la conexión respectiva de los cables de alimentación de corriente.

4.2.4 *Eje.* Para este tipo de motores, WEG utiliza el acero SAE/AISI1040/45 el cual

posee propiedades mecánicas elevadas para lo cual llevan tratamientos térmicos de endurecimiento, el contenido de C Y Mn depende de una serie de factores como templabilidad, este tipo de acero se usa como estándar lo cual provee alta resistencia mecánica, evitando flexiones del eje bajo carga y minimizando la fatiga, lo que aumenta su vida útil.

Figura 44. Eje



Fuente: guimun.com/fotos/img400_pic713_producto.jpg_6214.jpg

4.2.5 Rodamientos. Los motores WEG vienen equipados con rodamientos de la más alta calidad seleccionados entre los mejores fabricantes mundiales y diseñados para garantizar una larga vida al motor bajo condiciones duras de trabajo, los motores pueden ser armados en cualquier posición, horizontal o vertical, proveendo la máxima confiabilidad radial y axial.

Figura 45. Rodamiento

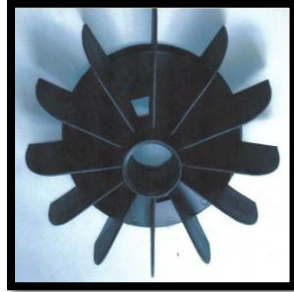


Fuente: es.aliexpress.com/wholesale/wholesale-high-precise-bearing.html

El tipo de rodamientos utilizado es ZZ el cual posee tapas protectoras de acero cuyo objetivo es ofrecer protección contra la penetración de material extraño y previene la fuga de grasa. El sello es fijado en la ranura del anillo o cubeta exterior, y se acerca al anillo interior sin rozar contra este, los cuales no necesitan relubricación ya que de fábrica vienen lubricados para toda su vida útil.

4.2.6 Ventilador. Para este tipo de motores WEG, ha diseñado un sistema de ventilación con el cual se tiene uno de los motores más silenciosos del mercado los ventiladores poseen la característica de ser intercambiables, con bajas pérdidas mecánicas lo que asegura una refrigeración eficiente, una baja elevación de temperatura y una mejor eficiencia del motor.

Figura 46. Ventilador



Fuente: spanish.alibaba.com/product-gs/electric-motor-cooling-fan-3563.html

4.2.7 Deflector de aire. Hecho de chapa de acero ofrece una alta rigidez mecánica, así como una gran resistencia a la corrosión y una larga vida útil.

4.2.8 Carcasa. Es el elemento encargado de sostener en la gran mayoría de los casos a los cojinetes o rodamientos que soportan la acción del rotor, para este caso tenemos que nuestro motor está fabricado en chapa de acero.

Figura 47. Carcasa



Fuente: guimun.com/fotos/img400_pic713_producto.jpg_6214.jpg

4.3 Consumo de energía eléctrica

El consumo de energía eléctrica del motor se refiere a la necesidad o demanda de energía en términos económicos. Desde una perspectiva puramente física, la energía

de un sistema cerrado no se consume, sino que simplemente se transforma. Por esta razón, los físicos hablan de necesidad o demanda de energía, mientras que en términos económicos se habla generalmente de consumo de energía o consumo eléctrico.

En nuestro país el consumo de energía se mide en intervalo de 30 días (1 mes)

Para realizar el cálculo del consumo de energía se utiliza la siguiente ecuación:

$$\mathbf{kWh} = \left(\text{días} * \left(\frac{\text{watts}}{1000} \right) * \text{horas} \right) \quad (26)$$

Datos:

Dias: 5 dias al mes

P: 750 watts

Horas: 2 h al dia.

$$\mathbf{kWh} = \left(5\text{días} * \left(\frac{750}{1000} \right) * 2\text{h} \right)$$

$$\mathbf{kWh} = 7.5 \text{ al mes.}$$

NOTA: El catálogo del motor seleccionado para el proyecto de tesis se adjuntan en el **(ANEXO A)**.

CAPÍTULO V

5. CONSTRUCCIÓN DEL BANCO DIDÁCTICO

5.1 Puesta a punto del puente trasero

Debido al estado en el que se encontraba el Puente trasero que adquirimos para la realización del proyecto de tesis se procedio a realizar el despiece y limpieza de todos los elementos tanto del sistema diferencial como del sistema de frenos, para realizar esta limpieza se necesito la utilización de solventes asi como tambien de herramientas básicas de un taller automotriz, cepillos de acero y lijas de diferentes medidas.

Posteriormente se diagnostico el estado de todos y cada uno de los elementos de nuestro puente trasero e identificar cuales necesitan ser recambiados, teniendo como resultado realizar un cambio de cojinetes, retenes y empaques del puente trasero.

Figura 48. Estado de los cojinetes



Fuente: Autores

5.1.1 Herramientas para el despiece - limpieza del puente trasero

Para la realización de este proceso se hizo necesario la utilización tanto de herramientas como de solventes que detallaremos a continuación:

- Caja de herramientas basicas de un taller automotriz.
- Torquimetro.
- Cepillo de acero.
- Lijas.
- Solventes (tricloroetileno).
- Gasolina.
- Aceite 75 W 85

5.2 Ensamblaje del puente trasero

Para el armado del mecanismo diferencial y en si de todo el puente trasero es necesario seguir las indicaciones en lo correspondiente a torques de ajuste de acuerdo a lo indicado tanto en manuales de taller de fabricantes de vehiculos como de autopartes ademas el racambio de partes se lo debe hacer con partes de optima calidad para garantizar un optimo funcionamiento.

Antes de proceder con el armado del mecanismo diferencial es importante cubrir con una capa de aceite lubricante a cada uno de los engranajes que posteriormente seran ensamblados esto con el fin de evitar que se adhieran sutancias presentes en el ambiente a las superficies metalicas y con el fin de dar una prelubricacion a los elementos a ensamblar.

1. Ensamblar la caja diferencial teniendo en cuenta la ubicación de los satelites y planetarios.
2. Instalar los arandelas de regulación en los planetarios y satelites esto de acuerdo a la regulación que se necesite, lo recomendable es aumentar o disminuir el montaje con arandelas de 0.002" en 0.002".
3. Instalar los pasadores de fijacion con la ayuda de un martillo y un punzon.
4. La corona debe estar correctamente sujeta a la caja del mecanismo diferencial para lo cual se debe aplicar el torque adecuado el cual debe ser entre 70 lbs/pie – 90 lbs/pie.

Figura 49. Montaje arandelas de regulación



Fuente: Autores

5. Colocar los cojinetes laterales en la caja diferencial, esta operacion se la debe realizar con la ayuda de una prensa.

Figura 50. Montaje de los cojinetes



Fuente: Autores

6. Seguidamente se realizara la precarga de los cojinetes la cual debe estar en el rango de 20 lbs/pie - 40 lbs/pie de acuerdo a manuales de vehiculos.
7. Posteriormente procedemos a montar el piñón de ataque el cual va a estar soportado por medio de dos cojinetes de rodillos cónicos en la carcasa del diferencial, el montaje de este mecanismo se hace tomando las debidas normas de acuerdo a los manuales de fabricantes el torque debe estar comprendido entre 120 lbs/pie – 180 lbs/pie; tomando en cuenta que al momento de llegar a 100 lbs/pie el torque debe ser aplicado en intervalos de 10 lbs/pie en 10 lbs/pie esto para evitar posibles deformaciones del piñón de ataque.

Figura 51. Montaje del piñón cónico



Fuente: Autores

- Una vez colocado el piñon de ataque se procede con el montaje de la caja diferencial conjuntamente con la corona en la posición ya destinada para el efecto teniendo en cuenta que la caja diferencial encaje correctamente, la caja diferencial va a esta soportada por medio de 2 chumaceras las cuales deberan registrar un torque comprendido entre 70 lbs/pie – 90 lbs/pie.

Figura 52. Fijación caja diferencial



Fuente: Autores

- Ya armado el mecanismo diferencial conjuntamente con el grupo cónico se procede a realizar las diferentes comprobaciones de funcionamiento las cuales incluyen tomar en cuenta la huella de contacto entre los dientes de la corona y el piñón de ataque, así mismo realizamos la comprobación de la holgura en las chumaceras y el piñón cónico se debe tomar en cuenta que el juego entre la corona y el piñón de ataque debe estar comprendido entre 0.004" – 0.008".

Figura 53. Comprobación de funcionamiento



Fuente: Autores

10. Luego de haber verificado manualmente el óptimo funcionamiento se procede con el montaje de los dos semiejes el anclaje de estos es por medio de cuatro pernos de sujeción.

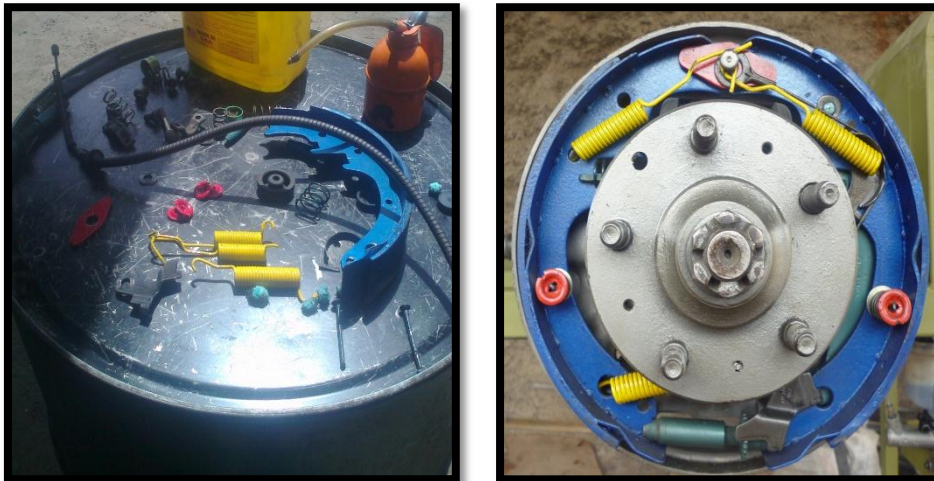
Figura 54. Montaje y sujeción de los semiejes



Fuente: Autores

11. Ya colocados los semiejes y fijados correctamente al puente trasero, vamos con el ensamblaje del sistema de frenos de cada uno de los costados.

Figura 55. Ensamblaje sistema de frenos



Fuente: Autores

12. Luego de terminar de armar el puente trasero procedemos con la verificación de ajuste de todos y cada uno de los componentes esto con la herramienta denominada torquimetro, teniendo en cuenta los torque que corresponden a cada uno de los pernos de sujeción.

13. Finalmente procedemos a colocar la carcasa del puente trasero la cual es de material acrilico de y 4mm de espesor, la cual se debe montar conjuntamente con un empaque y silicona para asegurar su correcta estanqueidad.

Figura 56. Colocación de la carcasa transparente

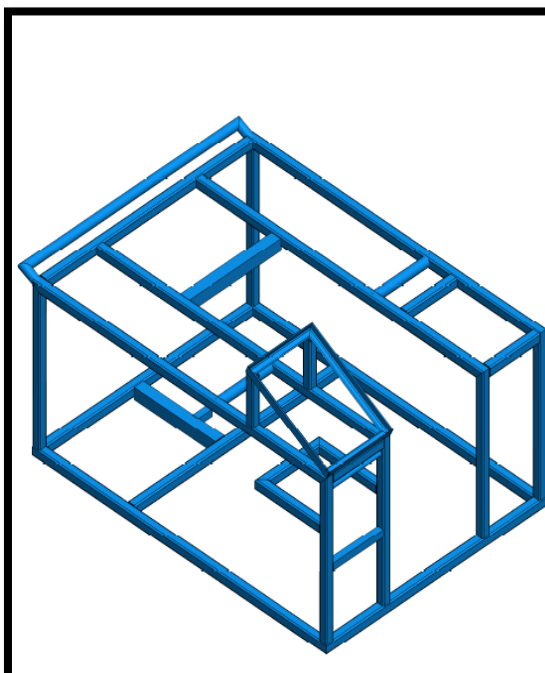


Fuente: Autores

5.3 Construcción del bastidor

Debido al gran tamaño y peso del Puente trasero se optó por construir su bastidor de tal manera que ofrezca rigidez y la suficiente estabilidad para el correcto funcionamiento del banco didáctico.

Figura 57. Estructura



| CANTIDAD | LONGITUD | DESCRIPCIÓN | MATERIAL |
|----------|----------|-------------------------------------|--------------------|
| 2 | 1120 | TUBO ESTRUCTURAL CUADRADO 40X1.5 | ASTM A-500 |
| 3 | 270 | TUBO ESTRUCTURAL CUADRADO 40X1.5 | ASTM A-500 |
| 2 | 210 | TUBO ESTRUCTURAL CUADRADO 40X1.5 | ASTM A-500 |
| 1 | 5600 | TUBO ESTRUCTURAL CUADRADO 40X1.5 | ASTM A-500 |
| 2 | 2940 | TUBO ESTRUCTURAL CUADRADO 40X1.5 | ASTM A-500 |
| 2 | 2230 | TUBO ESTRUCTURAL CUADRADO 40X1.5 | ASTM A-500 |
| 1 | 1050 | TUBO ESTRUCTURAL CUADRADO 40X1.5 | ASTM A-500 |
| 1 | 1407.08 | TUBO ESTRUCTURAL REDONDO 1 1/2"x1.5 | ASTM A-500 |
| 1 | 488.08 | AL 30X3 | ASTM A-36 SAE 1008 |
| 2 | 310 | TUBO ESTRUCTURAL REDONDO 1 1/2"x1.5 | ASTM A-500 |
| 1 | 441.5 | AL 50 X 3 | ASTM A-36 SAE 1008 |
| 1 | 443 | AL 50 X 3 | ASTM A-36 SAE 1008 |
| 1 | 507.5 | AL 50 X 3 | ASTM A-36 SAE 1008 |
| 1 | 271.5 | AL 30X3 | ASTM A-36 SAE 1008 |
| 1 | 80 | AL 30X3 | ASTM A-36 SAE 1008 |

Fuente: Software CAE

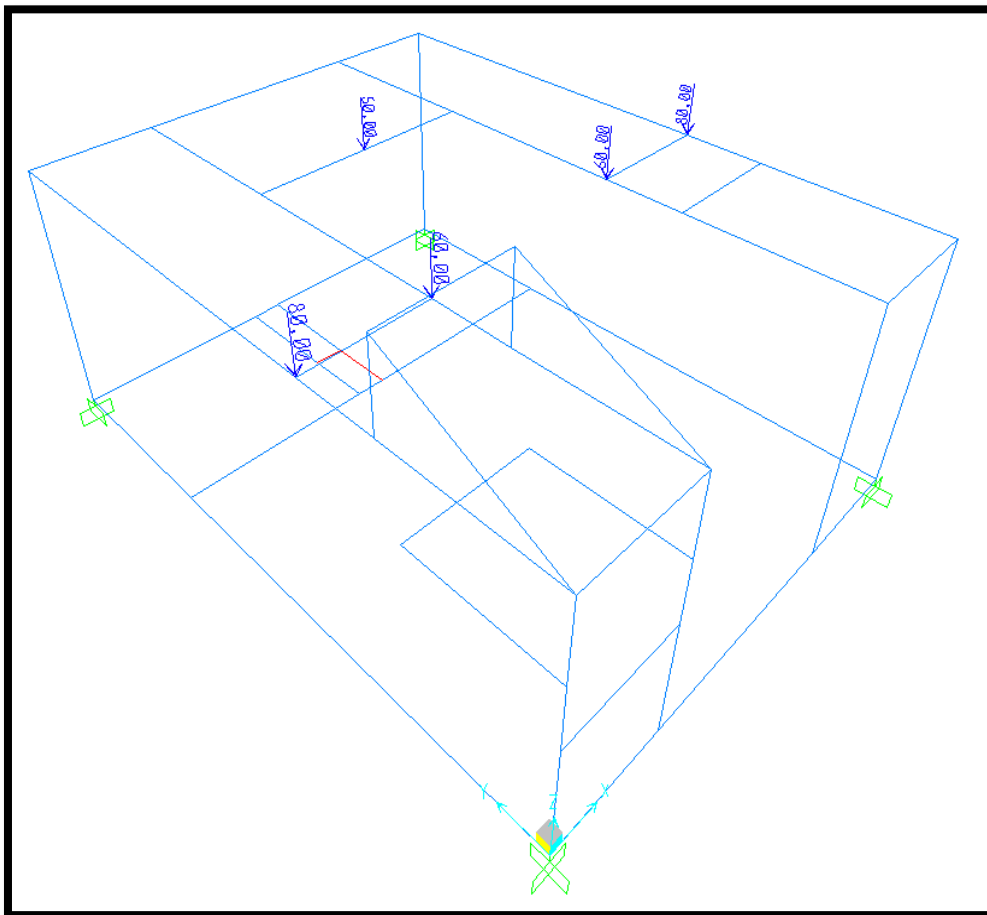
Para la construcción del bastidor para el Puente trasero se utilizaron los siguientes materiales:

- 3 tubos cuadrado estructural de 1,5 " por lado con el cual se construyó el bastidor de nuestro banco didáctico.
- 2 metros de tubo redondo estructural de 1,5" de diámetro.
- 2 metros de ángulo estructural de 2".
- Platinas de diferentes espesores.

5.3.1 *Análisis estructural del bastidor en SAP 2000.* SAP 2000 es uno de los software líder en la ingeniería estructural. Se pueden analizar cualquier tipo de estructuras con este programa, e incluso diseñar elemento por elemento de manera precisa con los reglamentos más conocidos en tres dimensiones mediante elementos finitos.

En la siguiente figura se indican las cargas puntuales para la realización del análisis.

Figura 58. Cargas puntuales

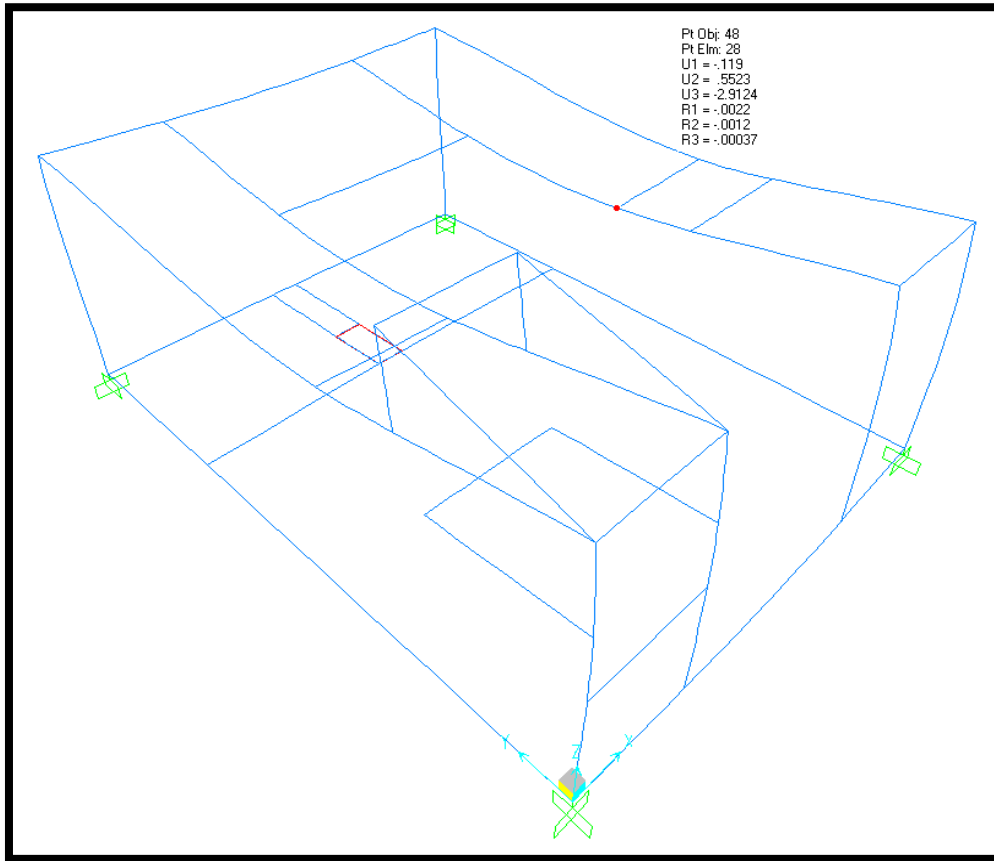


Fuente: Autores

A continuación se indica el punto con mayor deformación. La deformación de ese punto corresponde a 2.9mm, donde se puede decir que es aceptable.

Se usa la relación $L/240 : 1600/240 = 6.6\text{mm}$

Figura 59. Mayor punto de deformación



Fuente: Autores

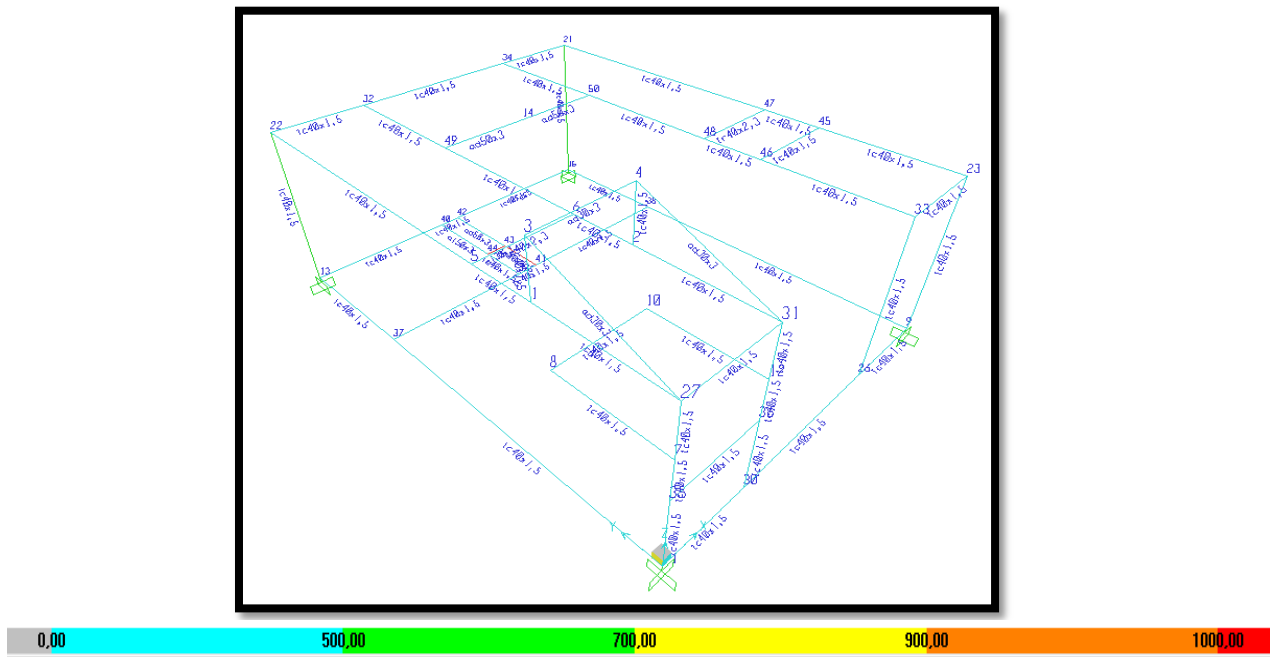
Tabla 3. Deformaciones

| Joint | OutputCase | CaseType | U3 |
|-------|------------------|-------------|-----------|
| Text | Text | Text | mm |
| 48 | COMB1 C.M | Combination | -2,912433 |
| 48 | COMB3 C.M+C.V | Combination | -2,912433 |
| 6 | COMB1 | Combination | -2,737266 |
| 6 | COMB3 | Combination | -2,737266 |
| 14 | COMB1 | Combination | -2,655852 |

Fuente: Los Autores

El programa Sap2000 es un programa de elementos finitos, cuyos resultados se dan en función de las razones de esfuerzos, cuyo elemento para que sea aceptable el valor de la razón de esfuerzo según la norma AISC- ASD 89 debe ser menor a 1.

Figura 60. Valores de razones de esfuerzo



Fuente: Autores

El valor máximo de la razón de esfuerzo es de 0,544 en el elemento estructural tubo cuadrado de 40 x1,5 mm. Es decir el elemento resiste.

5.4 Herramientas utilizadas para la construcción del bastidor

Para el proceso de construcción del bastidor para el proyecto de tesis hemos procedido a utilizar diferentes tipos de herramientas manuales y maquinas herramientas.

- Flexometro.
- Cortadora eléctrica de metales.
- Cortadora de plasma par metales.
- Soldadora eléctrica.
- Amoladora.
- Taladro.
- Compresor de aire.
- Pintura sintética.

5.4.1 *Proceso de construcción del bastidor.* Para iniciar con la construcción del bastidor del banco didáctico se necesita partir de un plano en este caso se realizó un plano con la ayuda de Solid Works en el cual se indican todas y cada una de las dimensiones

Antes de iniciar el proceso de construcción del bastidor se debe tomar en cuenta las normas de seguridad correspondientes a fin de evitar posibles accidentes.

1. Una vez que tenemos el plano del bastidor del banco didáctico procedemos a realizar el trazado y corte de cada uno de los tubos cuadrados y redondos con la ayuda tanto de una cortadora eléctrica como de una sierra, esto de acuerdo con las dimensiones establecidas en el plano.

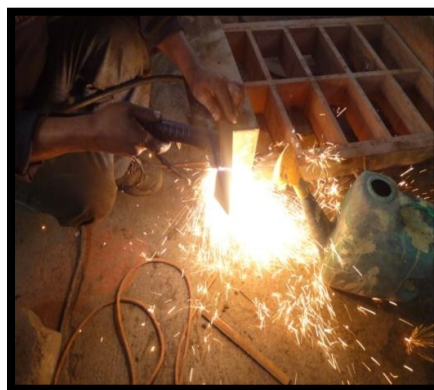
Figura 61. Cortado del tubo estructural



Fuente: Autores

2. De la misma forma cortamos las platinas de diferentes espesores que en lo posterior necesitaremos en el proceso de construcción del bastidor, esta operación se la realiza con una cortadora de plasma.

Figura 62. Seccionamiento de platinas



Fuente: Autores

3. Una vez que tenemos todos y cada uno de los tubos seccionados de acuerdo con las medidas correspondientes se procede a realizar la unión de cada uno de estos elementos con la ayuda de la soldadora eléctrica la cual realiza el proceso de soldadura por medio de un arco eléctrico, el cual se crea entre la varilla metálica llamada electrodo y la pieza metálica a soldar en nuestro caso se ha optado por utilizar un electrodo de revestimiento celulósico mediante el cual el material de aporte se deposita en forma de gotas muy pequeñas evitando así la formación de poros; además este tipo de soldadura nos ofrece los siguientes beneficios:
- Mayor velocidad de deposición.
 - Mayor penetración.
 - Alta resistencia mecánica.

Figura 63. Soldado de los elementos estructurales del bastidor.



Fuente: Autores

4. Luego de ya tener construido el bastidor del banco didáctico procedemos a dar una capa de pintura denominada fondo la cual evitara que agentes corrosivos ataquen a los elementos del bastidor.

Figura 64. FONDEO del bastidor



Fuente: Autores

5. Seguidamente se procedió a la colocación de las garruchas dos fijas y 2 móviles las cuales servirán para la movilidad del banco didáctico la sujeción de las garruchas se da por medio de cuatro pernos en cada una de ellas.

Figura 65. Colocación de las garruchas



Fuente: Autores

6. En lo posterior se procedió con la construcción de las bases donde se sujetara el motor eléctrico AC el cual será sujetado por medio de cuatro pernos de sujeción al bastidor dichos pernos estarán acompañados tanto de arandelas planas como de presión para asegurar una correcta fijación.
7. Finalmente se dio una capa de pintura sintética tanto al bastidor del banco didáctico como al puente trasero la cual nos brindara una protección al banco didáctico ya que presenta alta resistencia a la intemperie, posee un óptimo nivel de secado y un excelente acabado superficial.

Figura 66. Pintado del bastidor y puente trasero



Fuente: Autores

5.5 Ensamblaje del puente trasero al bastidor

Una vez que tenemos el puente trasero con su eje de transmisión en óptimas condiciones y por otro lado el bastidor procedemos a realizar el ensamblaje adecuado en una posición que antes ya fue adecuada para el efecto.

1. Procedemos a la colocación del puente trasero sobre el bastidor en una posición anteriormente ya seleccionada para dicho propósito.
2. Posteriormente se procede a sujetar el puente trasero al bastidor por medio de cuatro pernos de sujeción, dos a cada extremo del puente trasero; como complemento a los pernos de sujeción se colocaron 2 abrazaderas en U las cuales evitaran las vibraciones en el funcionamiento del puente trasero.

Figura 67. Anclaje del puente trasero al bastidor



Fuente: Autores

3. Una vez anclado el puente trasero procedemos con la fijación de la chumacera, en la cual se va a alojar el eje de transmisión de movimiento.

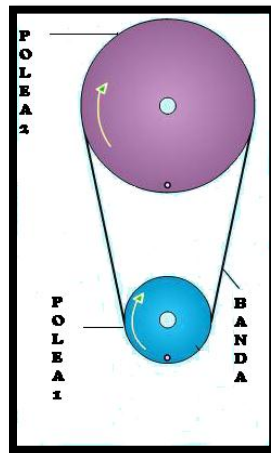
Figura 68. Fijación de la chumacera



Fuente: Autores

4. Se procede al anclaje del motor eléctrico AC al bastidor por medio de cuatro pernos de anclaje.
5. Una vez con el eje y el motor AC montados al bastidor se procede a colocar sus poleas de transmisión de 11" y 4" correspondientemente.
6. Para la selección de la banda de transmisión se procedió a realizar los siguientes cálculos.

Figura 69. Diagrama de poleas



Fuente: www.aulatecnologia.com/BACHILLERATO/1_bg/APUNTES/mecanismos/maquinas1.htm

$$L = 1,57 \cdot (D_1 + D_2) + 2A + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4A} \quad (27)$$

Notaciones.

- D_1 = Diámetro de la polea 1
- D_2 = Diámetro de la polea 2
- N_1 = Número de revoluciones del motor
- N_2 = Número de revoluciones dadas en la polea
- A = Distancia entre centros
- L = Longitud de la banda de transmisión

Datos.

- $D_1 = 4 \text{ plg}$ $D_2 = 11 \text{ plg}$
- $N_1 = 1800 \text{ r.p.m.}$ $A = 25,59 \text{ plg}$
- $L = ?$

$$L = 1,57 \cdot (D_1 + D_2) + 2A + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4A}$$

$$L = 1,57 \cdot (4 \text{ plg} + 11 \text{ plg}) + 2(25,59 \text{ plg}) + \frac{(11 \text{ plg} - 4 \text{ plg})^2}{4(29,53)}$$

$$L = 1,57 \cdot (15 \text{ plg}) + 51,18 \text{ plg} + \frac{(7 \text{ plg})^2}{118,12}$$

$$L = (23,55 \text{ plg}) + 51,18 \text{ plg} + (0,41 \text{ plg})$$

$$L = 75,14 \text{ plg} \quad L = 190,86 \text{ cm}$$

Como resultado de los cálculos obtenemos que la longitud de la banda es de 75.14 plg de acuerdo a manuales de bandas de transmisión tenemos que corresponde a una banda de transmisión trapezoidal A 73.

Figura 70. Selección de la banda de transmisión

| Sección A | | | |
|-----------|---------------------------------|------------|---------------------------------|
| Banda No. | Circunferencia Exterior (Pulg.) | Banda No. | Circunferencia Exterior (Pulg.) |
| A16 | 18 | A65 | 67 |
| A17 | 19 | A66 | 68 |
| A18 | 20 | A67 | 69 |
| A19 | 21 | A68 | 70 |
| A20 | 22 | A69 | 71 |
| A21 | 23 | A70 | 72 |
| A22 | 24 | A71 | 73 |
| A23 | 25 | A72 | 74 |
| A24 | 26 | A73 | 75 |
| A25 | 27 | A74 | 76 |
| A26 | 28 | A75 | 77 |
| A27 | 29 | A76 | 78 |
| A28 | 30 | A77 | 79 |

Fuente: comanosa.com/imagenes/catBandasInd.pdf

- Una vez colocada la banda de transmisión procedemos a sujetar cada una de las poleas por medio de un chavetero y prisionero con el objetivo de evitar desplazamientos relativos entre el elemento conductor y conducido.

Figura 71. Fijación de las poleas y banda de transmisión



Fuente: Autores

5.6 Diseño y construcción del panel de control

Para tener el control de todo el sistema se diseñó y construyó un panel de control el mismo que tiene un módulo electrónico que consta de tres placas electrónicas; con el módulo electrónico vamos a encender y apagar el motor AC además nos permitirá visualizar las r.p.m. a las que gira el mismo, como también el eje de transmisión, además en la parte inferior tenemos dos pedales de freno los cuales vendrán a frenar cada uno de los tambores teniendo un funcionamiento independiente uno del otro.

5.6.1 *Diseño y construcción del módulo de control de r.p.m.* Para diseñar el módulo de control partimos de la necesidad de querer medir las r.p.m. a las que gira el motor AC y las revoluciones a las que gira el eje de transmisión, las cuales se visualizan por medio de un display LCD, el modulo a su vez tendrá que controlar el encendido y apagado del motor eléctrico.

5.6.2 *Elementos utilizados para la construcción del módulo de control.* Para la construcción del módulo de control se hace necesaria la utilización de los diferentes elementos:

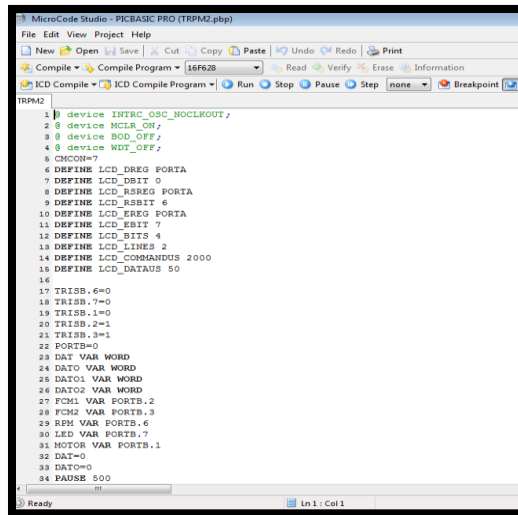
- Una computadora con el software adecuado.
- Microcontrolador PIC 16F628A.
- Regulador de voltaje 7805.
- Resistencias.
- Capacitores.
- Transistores.
- Diodos LED.
- Display LCD.
- Sensor óptico.
- Encoder.
- 2 finales de carrera.
- Una bornera.

5.6.3 *Proceso de diseño y construcción del módulo de control.* Para el diseño del módulo de control partimos de la necesidad de medir las r.p.m. a las que gira el motor eléctrico AC y el eje de transmisión.

1. Digitamos el programa en Microcode Studio mediante un lenguaje Basic el cual en lo posterior vamos a grabar en el microcontrolador en la parte inferior encontramos

un compilador el cual nos va ayudara con la corrección de errores de sintaxis que hayan ocurrido al momento de digitar el programa.

Figura 72. Pantalla Microcode Studio

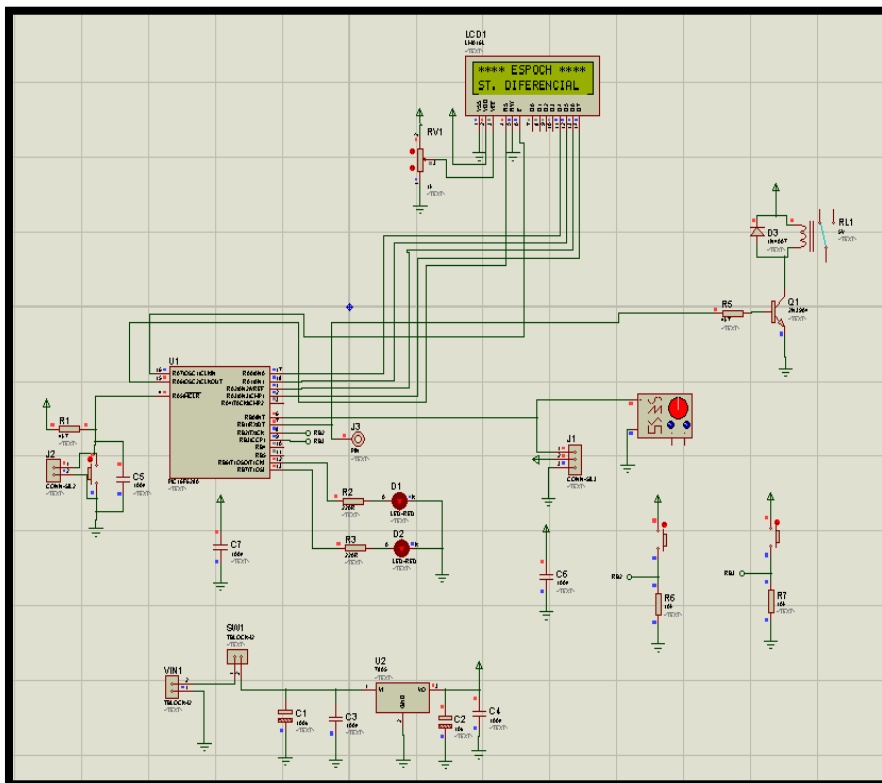


```
TRPM2
1 | device INTRC_OSC_NOCLKOUT;
2 | device MC16C01;
3 | device BOD_OFF;
4 | device WDT_OFF;
5 | CMOSEL=7;
6 | DEFINE LCD_DREG PORTA
7 | DEFINE LCD_DBIT 0
8 | DEFINE LCD_RSREG PORTA
9 | DEFINE LCD_RSBIT 6
10 | DEFINE LCD_EREG PORTA
11 | DEFINE LCD_EBIT 7
12 | DEFINE LCD_BITS 4
13 | DEFINE LCD_LINES 2
14 | DEFINE LCD_COMMANDS 2000
15 | DEFINE LCD_DATA5S 50
16
17 | TRISB.6=0
18 | TRISB.7=0
19 | TRISB.1=0
20 | TRISB.2=1
21 | TRISB.3=1
22 | PORTB=0
23 | DAT VAR WORD
24 | DAT0 VAR WORD
25 | DAT01 VAR WORD
26 | DAT02 VAR WORD
27 | FCM1 VAR PORTB.2
28 | FCM2 VAR PORTB.3
29 | RPM VAR PORTB.6
30 | LED VAR PORTB.7
31 | MOTOR VAR PORTB.1
32 | DAT=0
33 | DAT0=0
34 | EADICE 500
```

Fuente: Software CAE

2. Después de haber realizado la programación procedemos a simular mediante el programa ISIS Proteus, el cual nos ayuda a ver como funcionaria en la vida real el programa que se digito anteriormente.

Figura 73. Simulación módulo electrónico



Fuente: Software CAE

3. Una vez realizada la simulación y asegurarnos que el circuito funciona correctamente procedemos a grabar el microcontrolador PIC 16F628A con el programa anteriormente digitado.
4. Procedemos a imprimir las placas electrónicas que posteriormente servirán como soporte para los dispositivos electrónicos.
5. Seguidamente procedimos al ensamblaje de las placas electrónicas con los dispositivos anteriormente seleccionados teniendo en cuenta que funcionen correctamente para evitar en lo posterior funcionamientos erróneos, los principales elementos de este módulo de control son el microcontrolador y el sensor óptico que transforma los rayos de luz en señales eléctricas.

Figura 74. Ensamblaje de las placas



Fuente: Autores

6. Después de haber montado las placas electrónicas en el lugar adecuado para el efecto procedemos a colocar el tablero de control.

Figura 75. Tablero de control



Fuente: Autores

El tablero de control posee en su parte superior un display LCD en el cual visualizaremos las r.p.m. a las que gira el motor y el eje de transmisión; en su parte central posee dos diodos LED los cuales son indicadores de funcionamiento y en la parte inferior un interruptor doble el cual permite el encendido del sistema y del motor AC independientemente uno del otro, de manera independiente se procede a realizar las conexiones del motor eléctrico y en general de todo el sistema.

- De igual manera procedemos a realizar el montaje del sensor óptico conjuntamente con su encoder o disco negro el cual posee un ranura de 1.5 mm en su periferia, cada vez que esta ranura pase por el sensor enviara una señal hacia el microcontrolador en nuestro caso las r.p.m. son medidas en un intervalo de 10 seg y posteriormente el microcontrolador lo multiplica por 6 y nos da las r.p.m. a las que giro el motor AC en un minuto, seguidamente estas revoluciones son multiplicadas por 36 y divididas para 100 y nos muestran las revoluciones a las que gira el árbol de transmisión en un minuto.

Figura 76. Montaje sensor óptico



Fuente: Autores

- Para concluir el montaje del módulo de control procedemos fijar dos finales o topes de carrera los cuales van a estar ubicados al final del recorrido de los pedales de freno, estos topes de carrera funcionan mediante 0 y 1 lógicos,

Figura 77. Protección al motor eléctrico AC

```

54
55 IF FCM1=1 AND FCM2=1 THEN
56 LCDOUT $FE,$80," ESPERA "
57 LCDOUT $FE,$C0," 10 SEGUNDOS "
58 RPM=0
59 MOTOR=0
60 PAUSE 10000
61

```

Fuente: Software CAE

Cuando los 2 pedales de freno se encuentren accionados estos enviaran una señal de 1 al microcontrolador a su vez este se encargara de desactivar el relé desconectando asi al motor AC apagándolo de manera inmediata durante un lapso de 10 seg después de transcurridos estos 10 seg el motor eléctrico automáticamente se encenderá.

Figura 78. Finales de carrera



Fuente: Autores

5.7 Adecuación y montaje de los sistemas de freno

Con el fin de obtener una mejor apreciación del funcionamiento del puente trasero y en sí del sistema diferencial se ha adecuado dos sistemas de freno los cuales funcionan independientemente uno del otro por medio de los cuales se pretende dar más beneficios didácticos al proyecto de tesis.

5.7.1 *Elementos utilizados para el montaje de los sistemas de freno.* Para realizar la adecuación y montaje de los sistemas de freno se necesitó la utilización de los siguientes elementos.

- 2 centrales de freno de simple efecto.
- Cañerías rígidas y flexibles.
- Líquido de frenos DOT4.
- 2 pedales de freno.
- 2 muelles de recuperación.

5.7.2 *Proceso de adecuación y montaje de los sistemas de frenos,* Se realizó el montaje de dos sistemas de freno que funcionen totalmente independientes uno del

otro con el fin de obtener mayores beneficios didácticos del proyecto de tesis.

1. Seleccionamos dos centrales de freno de simple efecto.
2. Una vez realizada la selección de las dos centrales de freno que vamos a utilizar en nuestro proyecto de tesis procedemos a montarlas en el bastidor por medio de dos pernos de sujeción cada una de las centrales.

Figura 79. Montaje de las centrales de freno



Fuente: Autores

3. Procedemos al montaje de los pedales de freno uno para cada central de freno.
4. Seguidamente realizamos el acople entre la varilla de accionamiento o comúnmente conocido como varón con el pedal de freno mediante pernos de sujeción.

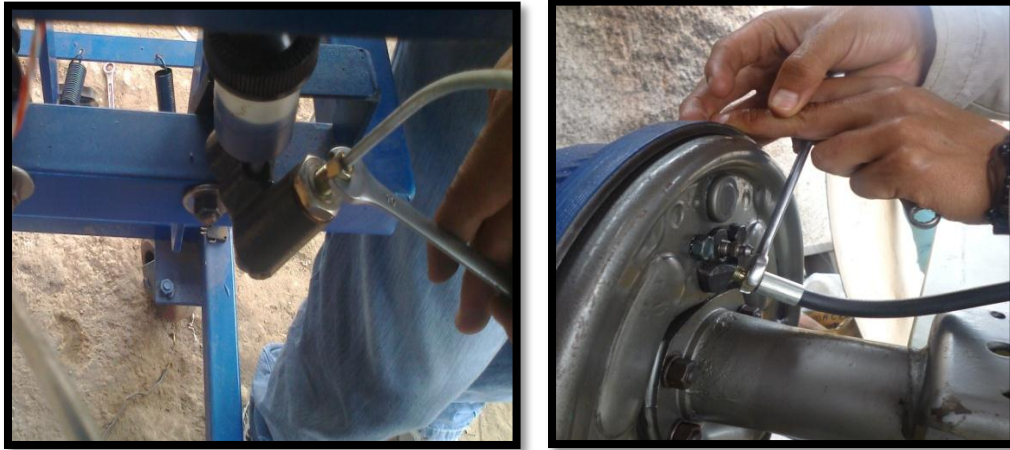
Figura 80. Montaje de los pedales de freno



Fuente: Autores

- Una vez colocadas las centrales de freno procedemos a conectar las cañerías rígidas en las centrales y las cañerías flexibles en los tambores de rueda realizando la correcta unión por medio de neoplos que poseen en sus extremos.

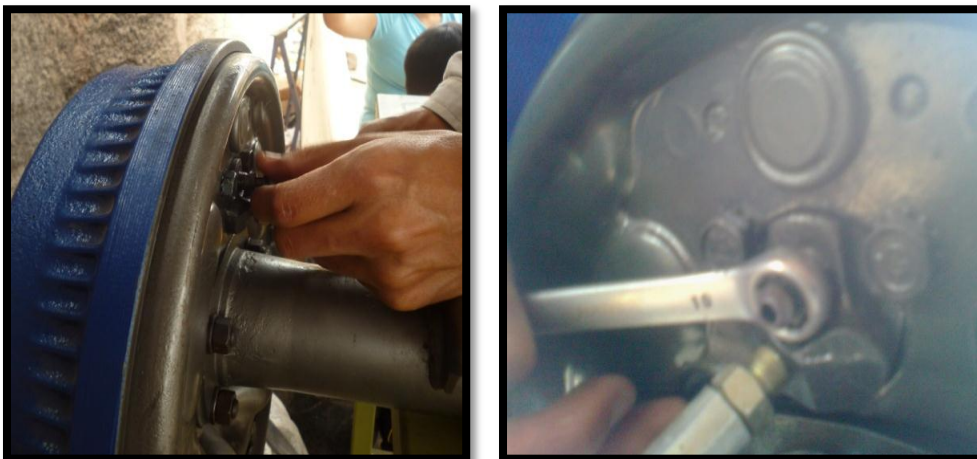
Figura 81. Conexión de las cañerías de freno



Fuente: Autores

- Posteriormente se debe realizar el purgado del sistema de frenos para así evacuar el aire que puede estar presente dentro del sistema, luego de esta operación se debe obtener un óptimo funcionamiento del sistema de freno.

Figura 82. Purgado del sistema de freno



Fuente: Autores

Una vez realizado el montaje del puente trasero, la colocación del motor eléctrico AC, la construcción y ensamblaje del panel de control que comprende de una parte electrónica que es el módulo de visualización de r.p.m. y una parte mecánica que son

los sistemas de frenos, se tiene el banco didáctico del sistema diferencial totalmente construido y listo para su funcionamiento.

Figura 83. Pruebas de funcionamiento.



Fuente: Autores

5.8 Peso del banco didáctico

El peso total del banco didáctico del sistema diferencial es de 141 Kg. Los cuales se encuentran distribuidos de la siguiente manera.

Tabla 4. Distribución de pesos.

| Elementos | Peso (Kg) |
|-------------------|------------------|
| Bastidor. | 45 |
| Puente trasero. | 80 |
| Motor eléctrico. | 11 |
| Otros componentes | 5 |
| TOTAL | 141 |

Fuente: Autores

CAPÍTULO VI

6. PLAN DE MANTENIMIENTO Y GUÍA DE PRÁCTICAS

6.1 Mantenimiento

Para cumplir con los objetivos del mantenimiento se deben desarrollar y aplicar todas y cada una de las actividades dadas por las Normas DIN – 31051.

Inspección. Es la verificación, reconocimiento y comprobación del bien sometido al mantenimiento.

Mantenimiento. Encierra un grupo de actividades entre las cuales están la limpieza, lubricación y ajuste con el propósito de evitar un desgaste excesivo de las partes.

Reparación. Nos brinda la confiabilidad de prestar un óptimo funcionamiento después de haberse presentado una falla en el equipo.

Mantenimiento automotriz es el proceso de comprobaciones y operaciones necesarias para asegurar a los vehículos un óptimo funcionamiento, reduciendo el tiempo de parada para repararlos. La estructura del mantenimiento de los vehículos mantiene una relación directa con su categoría y con las condiciones en que éstos prestan su servicio.

De acuerdo al momento en que se aplique el mantenimiento, se han clasificado en tres grandes grupos:

6.1.1 *Mantenimiento preventivo.* Se lo puede definir como la programación de una serie de inspecciones, ajustes, reparaciones, análisis, limpieza, lubricación, calibración, que debe llevarse a cabo por horas de trabajo o por kilómetros recorridos, esto en base a un manual expedido por el fabricante del vehículo o vehículo utilitario, el propósito de este tipo de mantenimiento es proveer que se presenten averías con el fin de evitar que estos bajen sus niveles de eficiencia y operación.

El aplicar correctamente el mantenimiento preventivo a un vehículo traerá las siguientes ventajas:

- Confiabilidad en el vehículo y en general en todos sus sistemas, esto debido a que se conoce el estado real en el que se encuentran y por ende sus condiciones de funcionamiento.
- Disminución del tiempo de parada.

- Mayor duración de todos y cada uno de los componentes del vehículo la cual será mayor a la que tendrían sin un mantenimiento preventivo.
- Menor costo de reparación.

La principal característica de este tipo de mantenimiento es inspeccionar periódicamente los equipos y diagnosticar posibles fallas en su etapa inicial, para así corregirlas en el momento oportuno.

6.1.2 Mantenimiento predictivo. Este tipo de mantenimiento se caracteriza por efectuar mediciones periódicas, que nos ayude a detectar el origen o causa de alguna falla que presente el vehículo afectando su normal funcionamiento, estas fallas son detectadas por equipos de control.

6.1.3 Mantenimiento correctivo. Este tipo de mantenimiento también es conocido como reparaciones se aplica cuando ya se presentó una avería o daño en el vehículo, ayuda a reparar y solucionar dicho problema con mano de obra calificada teniendo como objetivo dejar nuevamente en funcionamiento todos los conjuntos mecánicos que conforman el vehículo.

Las posibles causas para llegar a aplicar este tipo de mantenimiento son:

- Poca importancia a la disminución del rendimiento del vehículo.
- Indiferencia ante la aparición de sonidos extraños en el funcionamiento de todos y cada uno de los sistemas del vehículo.
- Necesidad de uso del vehículo.

Este tipo de mantenimiento impide el diagnóstico exacto de las causas que provocaron la falla, pues se desconoce si fue por mal trato, desgaste natural o consecuencia de otra falla presente en alguna otra parte del vehículo.

Los mantenimientos predictivo y correctivo están completamente relacionados, la mayoría de autores los toman como uno solo en la mayoría de casos.

6.2 Tipo de mantenimiento para el banco didáctico del sistema diferencial

Realizar el mantenimiento correspondiente al banco didáctico del sistema diferencial ayudará a maximizar la vida útil del mismo.

6.2.1 Tipo de mantenimiento para el sistema diferencial. Realizar el mantenimiento correspondiente del sistema diferencial ayudará a maximizar su vida útil. El ruido excesivo, las vibraciones perceptibles son señales que el banco didáctico del sistema diferencial está fallando. Todos estos síntomas son evitables con un oportuno mantenimiento preventivo.

El sistema diferencial alberga un conjunto de engranajes y cojinetes que transfieren la energía de rotación desde el eje de transmisión hasta los semiejes. Se tiene que hacer un mantenimiento periódico para protegerlos contra el calor y la fricción producida cuando el sistema está en funcionamiento.

6.3 Posibles averías

6.3.1 Averías puente trasero. Generalmente las averías en el puente trasero están asociadas con la aparición de ruidos extraños durante su funcionamiento.

Tabla 5. Ruido excesivo por parte de las ruedas traseras.

| Causa: | Solución: |
|---|--|
| Sujeción débil de la rueda | Apretar las tuercas de sujeción de la ruedas. |
| Desgaste o destrucción del cojinete del palier | Examinar el palier y cambiar el cojinete. |
| Deformación de la viga del puente trasero | Enderezar la viga y comprobar las dimensiones de esta. |
| Deformación de los palieres o tienen oscilación inadmisibles | Enderezar los palieres. Si están muy dañados cambiarlos por nuevos. |
| Desgaste de la unión estriada con los planetas | Cambiar las piezas desgastadas o deterioradas. |
| Regulación incorrecta, deterioro o desgaste de los piñones o cojinetes del reductor | Determinar el desarreglo y reparar el reductor. |
| Cantidad insuficiente de aceite | Restablecer el nivel del aceite y comprobar si hay fugas a través de las empaquetaduras o en la viga del puente trasero. |

Fuente: Autores

Tabla 6. Ruido al tomar una curva.

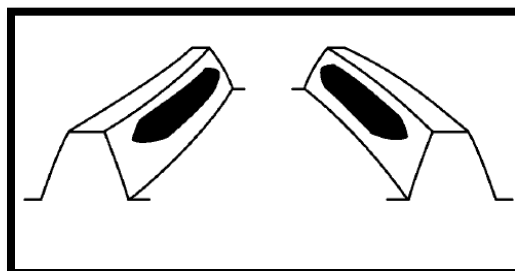
| Causa: | Solución: |
|--|--|
| Giro duro de los satélites en el eje | Cambiar las piezas estropeadas o desgastadas. |
| Rasguños en la superficie de trabajo del eje de los satélites | La rugosidad pequeña limpiarla con tela abrasiva de esmeril de grano fino, si no hay posibilidad de eliminar el defecto cambiar el eje de los satélites. |
| Retención de los planetas de los palieres en la caja del diferencial | Silos deterioros de los piñones y en las superficies conjugadas en la caja del diferencial son insignificantes, limpiarlos con tela abrasiva de esmeril, las piezas estropeadas cambiarlas por nuevas. |
| Holgura incorrecta entre los dientes de los piñones del diferencial | Regular la holgura. |
| Deterioro de los cojinetes de los palieres | Cambiar los cojinetes. |

Fuente: Autores

6.3.2 Averías conjunto piñón – corona. La corona y el piñón de ataque forman un solo conjunto entre sí, cuyas tolerancias y acabado no permiten el intercambio individual de los mismos, de modo que el ajuste de la medida básica y el juego entre los dientes son suficientes para su montaje. Independiente de eso, puede ser efectuado, a título de inspección, una verificación de las huellas de contacto de los dientes del conjunto corona y piñón de ataque.

6.3.2.1 Huellas de contacto correctas. En la práctica, no se obtienen huellas de contacto entre dientes ideales, sin embargo es importante que las mismas no toquen ningún lugar del borde exterior de la superficie del diente.

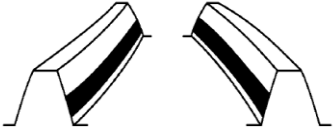
Figura 84. Huellas de contacto correctas



Fuente: www.beiben.cl/Manuales/Eje_trasero_hl_hd7/AR3530B047502B.pdf

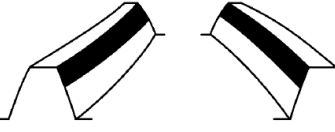
6.3.2.2 Huellas de contacto incorrectas.

Tabla 7. Huellas de contacto en la base del diente

| | |
|--|---|
| <p>Causa: Medida de montaje del piñón de ataque muy pequeña.</p> |  |
| <p>Solución: Aumentar la distancia de montaje del piñón de ataque al mismo tiempo, disminuir la distancia de montaje de la corona, es decir hacer que los dientes de la corona penetren más profundamente los dientes del piñón de ataque, para conservar el juego correcto entre los flancos de los dientes.</p> | |

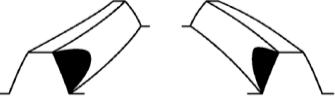
Fuente: Autores

Tabla 8. Huellas de contacto en la cabeza de los dientes

| | |
|--|--|
| <p>Causa: Medida de montaje del piñón de ataque muy grande.</p> |  |
| <p>Solución: Disminuir la distancia de montaje del piñón de ataque al mismo tiempo aumentar la distancia de montaje de la corona, es decir hacer que los dientes de la corona no penetren tan profundamente los dientes del piñón de ataque, para conservar el juego correcto entre los flancos de los dientes.</p> | |

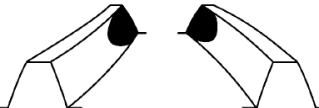
Fuente: Autores

Tabla 9. Huellas de contacto en los flancos más gruesos de los dientes

| | |
|---|---|
| <p>Causa: Juego entre los dientes de la corona muy grande.</p> |  |
| <p>Solución: Aproximar la corona al piñón de ataque, haciendo girar los anillos roscados y verificar el juego.</p> | |

Fuente: Autores

Tabla 10. Huellas de contacto en los flancos más finos de los dientes

| | |
|---|---|
| <p>Causa: Juego entre los dientes de la corona muy pequeño.</p> |  |
| <p>Solución: Alejar la corona del piñón de ataque, haciendo girar a los anillos roscados y verificar el juego.</p> | |

Fuente: Autores

Ante la rotura de dientes arrancados de raíz, se debe evaluar las marcas de trabajo con respecto de su par, si estas huellas están más acentuadas en la orilla del diente podría haber un desalineación del piñón / corona, grietas o picaduras profundas si están a la vista, podría ser motivo para pensar que una alta presión de aceite de lubricación podría ser la causa de la rotura, ya que esta sobrepasa las 5 mil libras de presión aproximadamente en los momentos de tracción.

Si no se encuentran ninguna de estas evidencias podemos llegar a pensar que reiterados golpes a la tracción provocan torques desmedidos (20 o 30 veces la fuerza del motor) lo cual lo lleva a un estado de fatiga estructural rompiendo la dureza superficial y fracturando el material de resistencia (núcleo).

6.4 Tipo de mantenimiento para el motor eléctrico AC

Realizar el mantenimiento correspondiente al motor del banco didáctico del sistema diferencial ayudará a maximizar la vida útil del mismo. Todo esto se puede lograr con un oportuno mantenimiento preventivo, a través de las siguientes acciones.

- Mantener limpio el motor y asegurar libre flujo de aire producido por el ventilador.
- Verifique el sello o “V Ring” y efectúe la sustitución en caso que se necesario.
- Verifique el ajuste de las conexiones del motor, así como los tornillos de sustentación.
- Verifique el estado de los rodamientos teniendo en cuenta: aparición de fuertes ruidos, vibraciones, temperaturas excesivas y condiciones de la grasa.

6.4.1 Herramientas – materiales a utilizar. Para efectuar un correcto mantenimiento al banco didáctico será necesaria la utilización de los siguientes elementos.

- | | |
|---|----------------------------------|
| ➤ Juego de llaves de ajuste tipo mixtas | ➤ Torquímetro |
| ➤ Bandeja recolectora | ➤ Limpiador de frenos |
| ➤ Caja de herramientas | ➤ 2 litros de aceite SAE 75 W 85 |
| ➤ Grasa sintética azul | ➤ Silicona |
| ➤ Nuevo empaque del diferencial | ➤ Waype. |


6.5 Hoja de control de mantenimiento del banco didáctico

Tabla 11. Hoja de control

|  | | HOJA DE CONTROL DE MANTENIMIENTO DEL BANCO DIDÁCTICO. | |
|---|-------------------|---|------------------|
| DOCUMENTO No 001 | | | |
| TIPO DE DOCUMENTO: | | <i>CONTROL PERIÓDICO DE MANTENIMIENTO</i> | |
| TIPO DE MANTENIMIENTO: | | <i>MANTENIMIENTO PREVENTIVO.</i> | |
| No. de Práctica | Fecha | Actividades Realizadas | Código resp. |
| <i>001</i> | <i>28-11-2012</i> | <i>Cambio de aceite lubricante.</i> | <i>372 - 388</i> |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Fuente: Autores

6.6 Procedimiento para el mantenimiento

| | | |
|---|--|----------|
|  | PROCEDIMIENTO: MANTENIMIENTO, BANCO DIDÁCTICO DEL SISTEMA DIFERENCIAL. | Códigos: |
| | Proceso: Mantenimiento preventivo. | Fecha: |

6.6.1 Propósito. Mantener un correcto funcionamiento con el fin de obtener mayores beneficios en las prácticas, garantizando una eficiente y segura operación del banco didáctico.

6.6.2 Alcance. Es aplicable al banco didáctico del sistema diferencial de la Escuela de Ingeniería Automotriz.

6.6.3 Abreviaturas y definiciones.

Cojinete: Elemento mecánico, rodamiento que reduce la fricción entre un eje y las piezas conectadas a este, le sirve de apoyo y facilita su desplazamiento.

Grasero: Boquilla por donde se inyecta o introduce la grasa en un equipo.

Cruceta: Elemento mecánico que sirve de articulación entre 2 elementos.

Prisionero: Perno o tornillo que sirve para sujetar cualquier elemento mecánico a un eje.

Polea: Rueda metálica de llanta plana que es usada en las transmisiones por correas.

Pedal: Palanca que se acciona con el pie para mover algún mecanismo.

Cañería: Elemento a través del cual se desplaza presión de un fluido de un punto a otro, pueden ser rígidas o flexibles.

Final de carrera: También conocido como tope de carrera, son interruptores simples ubicados para para enviar señales que protejan al motor.

6.6.4 Tareas. A continuación se indicaran las tareas que se deben realizar así como el número de inspecciones por mes para tener un óptimo funcionamiento del banco didáctico, al final se encontrara un casillero en donde se indica cual es el responsable de dichas tareas.

Tabla 12. Tareas a realizar

| No | Descripción | Inspección / mes | Responsable |
|-----------|---|-----------------------------|--------------------|
| 001 | Revisar el estado físico de todos los componentes del banco didáctico. | 1 | Docente y alumnos. |
| 002 | Revisar todas las conexiones eléctricas. | 1 | Docente y alumnos. |
| 003 | Chequear de manera minuciosa el estado del motor AC conexiones eléctricas- encoder | 2 | Docente y alumnos. |
| 004 | Revisar y verificar el estado de los componentes del panel de control. | 1 | Docente y alumnos. |
| 005 | Verificar el nivel del líquido de frenos. | 4 | Docente y alumnos. |
| 006 | Verificar el nivel del aceite lubricante. | 4 | Docente y alumnos. |
| 007 | Verificar el estado de la tapa posterior del puente trasero. | 2 | Docente y alumnos |
| 008 | Verificar el estado del grupo cónico. | 1 | Docente y alumnos |
| 009 | Verificar el funcionamiento del mecanismo diferencial. | 1 | Docente y alumnos |
| 010 | Engrasar la cruceta. | 1 | Docente y alumnos |
| 011 | Engrasar la chumacera. | 1 | |
| 012 | Rotar manualmente la banda de transmisión para verificar la alineación del encoder. | 4 | Docente y alumnos. |
| 013 | Chequear el estado físico de la banda de transmisión. | 1 | Docente y alumnos |
| 014 | Revisar y verificar el estado de los frenos de tambor. | 2 | Docente y alumnos |
| 015 | Chequear las cañerías tanto rígidas como flexibles. | 2 | Docente y alumnos |

Fuente: Autores

6.7 Normas de seguridad para el correcto uso del banco didáctico dentro del taller automotriz

Se recomienda leer atentamente todas las medidas y notas de seguridad antes de realizar cualquier práctica en el banco didáctico.

La siguiente lista presenta las precauciones generales que deben ser seguidas para garantizar su seguridad personal.

- Asegurar que el área de trabajo alrededor del banco didáctico, bien iluminada, ventilada, organizada; sin herramientas y piezas sueltas.
- El bastidor sobre el cual está montado el puente trasero, tiene instalado 4 ruedas industriales para facilitar su traslado dentro del taller.
- Nunca encienda el motor AC sin antes, estar seguro de que no existan personas o herramientas cerca de los mecanismos en movimiento.
- Siempre usar equipamientos de protección individual (gafas, guantes, zapatos de seguridad, etc.) mientras se realice las prácticas, o el mantenimiento.
- Recordar que piezas en movimiento rotativo pueden causar cortes, mutilación y estrangulamiento, específicamente, tenga cuidado de no acercarse demasiado a las poleas, banda de transmisión, eje, y tambores.
- Use ropa de trabajo adecuada, jamás realice las prácticas utilizando prendas sueltas o con partes que cuelguen, despójese de joyas y reloj mientras esté trabajando, además, en el caso de que tenga el cabello largo, deberá llevarlo recogido con el fin de evitar riesgos.
- El líquido de frenos utilizado en el sistema contiene sustancias altamente peligrosas que al entrar en contacto prolongado con la piel u ojos podría causar graves daños, en caso de llegar a entrar en contacto con los ojos lávelos con abundante agua.

- Siempre usar herramientas en buenas condiciones, en cada trabajo utilice la herramienta adecuada, empléela para la función para la que fue diseñada, y luego de su utilización, coloque las herramientas en su lugar.
- Por su salud y seguridad, nunca fume, coma o beba en el interior del taller.
- Al realizar prácticas en este banco didáctico siga en todo momento las instrucciones del docente. Ante cualquier duda, consulte al responsable de la práctica.
- No se pueden realizar experimentos que no estén autorizados por el docente.
- En caso de emergencia en primer lugar guardar la calma y luego atender en todo momento las instrucciones del docente a cargo que indicará como proceder.

6.8 Riesgos más frecuentes y medidas preventivas

A continuación se describe los riesgos que generalmente se puede presentar al trabajar con el banco didáctico dentro del taller, también se indican las medidas necesarias para su prevención.

Choque eléctrico. Evitar derramar líquidos sobre los dispositivos electrónicos, toda anomalía observada en los elementos eléctricos y electrónicos debe ser reparada inmediatamente.

Incendio. No fumar dentro del taller, evitar soldar o realizar tareas parecidas mientras el motor AC está operando, evitar cortocircuitos.

Contacto con fluidos. Evite el contacto directo con el líquido de freno, ya que está compuesto por sustancias químicas nocivas para la piel en caso de contacto accidentalmente prolongado, lavarse la parte afectada con abundante agua y jabón.

Cortes, mutilaciones, lesiones. No tocar las partes en movimiento como son poleas, banda, eje, tambores ya que estos pueden girar de forma inesperada, además de ello conserve siempre una prudente distancia ante las piezas anteriormente mencionadas.

6.9 Guía de prácticas

E.I.A.



ESPOCH

GUÍA DE PRÁCTICAS DEL SISTEMA DIFERENCIAL.



| | | |
|--------------------------------------|------------------------------|-----------------------|
| Taller Automotriz. | Cambio de aceite. | Práctica N° 01 |
| Docente: Ing. Emilia Aimacaña | Fecha: 24 - 01 - 2013 | Calificación: |
| Estudiante: | Semestre: Séptimo | |

Objetivos:

- El estudiante al realizar esta práctica está en la capacidad de observar y analizar las características que presenta el aceite lubricante luego de haber estado en funcionamiento.
- Estar en la capacidad de recomendar que tipo de aceite lubricante se puede utilizar en el sistema diferencial dependiendo del uso y estado del vehículo.
- Familiarizarse con los lubricantes existentes en el mercado.

Herramientas:

- Banco didáctico.
- Juego de llaves de ajuste tipo mixtas.
- Succionador de aceite.
- Bomba dosificadora de aceite.

Descripción del sistema diferencial.

El Sistema diferencial es uno de los componentes encargados, de trasladar la rotación, que se origina en el motor de combustión interna hacia las ruedas motrices del vehículo; el diferencial, puede ser diferente, en cuanto a su diseño, figura, tamaño y ubicación; pero los principios de funcionamiento y objetivos; siguen siendo los mismos.

El objetivo es: administrar la fuerza motriz, en las ruedas encargadas de la tracción, tomando como base, la diferencia de paso o rotación, entre una rueda, con relación a la otra; se sabe, que el vehículo al tomar una curva, una rueda recorre más espacio que la otra; igualmente una rueda más grande, recorrerá más espacio que una pequeña por lo cual resulta de mucha importancia el uso del Sistema diferencial.

1. ¿De acuerdo a la ubicación del Sistema diferencial los vehículos se clasifican en?

De acuerdo a la ubicación del sistema diferencial los vehículos se pueden clasificar en vehículos de tracción delantera, posterior y total.

2. ¿Cuál es la función del lubricante en el sistema diferencial?

La función del lubricante en el sistema diferencial es la de crear una fina capa de lubricante entre las piezas en contacto en este caso engranajes ya sean de tipo recto o hipoide.

3. ¿De acuerdo a su criterio que lubricante sería el adecuado para el sistema diferencial?

De acuerdo a las características el lubricante adecuado sería de la categoría GL-5 el aceite SAE 75 W 85.

4. ¿Cuáles son las características que debe tener el lubricante seleccionado?

Las características de un buen lubricante serian:

- Buena estabilidad térmica.
- Buena característica de adhesividad.
- Buenas características anticorrosivas.
- Proteger contra la herrumbre.

Conclusiones:

- El lubricante posee características antiespumantes y adhesivas.
- El aceite lubricante se presenta de una coloración oscura debido al trabajo al que se encuentra sometido.
- La cantidad del aceite no debe disminuir bajo ninguna circunstancia.
- El aceite lubricante debe formar una fina película del mismo para así evitar el contacto directo entre los dientes de los engranajes.

Recomendaciones:

- Se debe utilizar las herramientas adecuadas para una excelente práctica.
- El aceite lubricante que se utilice como reemplazo debe ser el adecuado.

| | | |
|--------------------------------------|---------------------------------|-----------------------|
| Taller Automotriz. | Despiece puente trasero. | Práctica N° 02 |
| Docente: Ing. Emilia Aimacaña | Fecha: 24 - 01 - 2013 | Calificación: |
| Estudiante: | Semestre: Séptimo. | |

Objetivos:

- El estudiante al realizar esta práctica está en la capacidad de conocer y analizar todos los componentes del puente trasero en un vehículo de tracción posterior.
- Analizar el estado de cada uno de los componentes del puente trasero.
- Conocer los tipos de puente trasero de acuerdo al montaje de sus semiejes.

Herramientas:

- Banco didáctico.
- Caja de herramientas.
- Juego de llaves de ajuste tipo mixtas.

Descripción del puente trasero.

El puente trasero es el encargado de sostener el peso en la parte trasera del vehículo al mismo tiempo que es el encargado de transmitir el movimiento cuando el vehículo avanza, es utilizado como soporte del sistema de frenos de las ruedas traseras; en los vehículos en los cuales el eje trasero se usa como eje motriz el puente esta generalmente formado por una pieza tubular denominada cárter del eje trasero, esta pieza a su vez sirve como sostén y protección de los elementos mecánicos encargados de transmitir el movimiento a las ruedas.

El giro del motor es comunicado al puente trasero por medio del árbol de transmisión tiene que aplicarse a las ruedas situadas en un eje perpendicular al de este, por lo que el giro cambia en un ángulo de 90° lo cual se consigue por medio del piñón cónico y la corona; en la parte central del cárter del eje trasero existe un ensanchamiento en el cual se encuentran alojados el par cónico o grupo piñón corona y el grupo diferencial.

1. Enumere los sistemas que se alojan en el puente trasero en un vehículo de tracción trasera:

En el puente trasero se alojan sistemas como el de transmisión, diferencial y frenos.

2. De acuerdo al tipo de cárter del puente trasero que tipos existen:

Existen 2 tipos de cárter del puente trasero estos son: de tipo banjo y de tipo partido.

3. ¿Qué función cumplen las juntas elásticas universales en la transmisión?

La función de las juntas elásticas universales es la de unir el eje secundario de la caja de cambios con el árbol de transmisión, a su vez debe permitir la oscilación del puente trasero sin dejar de transmitirle el giro proporcionado por el motor, cualquiera que sea el ángulo formado por sus ejes.

4. ¿Qué características de funcionamiento presenta una junta elástica universal tipo cardán?

Las características que debe tener dentro de su funcionamiento son:

- Cualquiera que sea la posición angular de los árboles unidos por ella, sus ejes se cortan en el punto O, el cual es el centro de la cruceta.
- Las trayectorias seguidas por las extremidades de la horquilla son siempre circulares.

6. ¿Qué función cumplen los semiejes?

Los semiejes son los encargados de transmitir el movimiento desde los planetarios en la caja diferencial hacia las ruedas motrices en este caso las ruedas traseras por ser de tracción posterior.

5. De acuerdo a la disposición de los semiejes en el puente trasero estos se clasifican en:

De acuerdo a la disposición de los semiejes se clasifican en:

- Semi portante.
- Semi flotante.
- Tres cuartos flotante.
- Flotante.

Conclusiones:

- Se puede identificar el tipo de puente trasero a simple vista.
- Al realizar la práctica nos pudimos dar cuenta de los sistemas que se soportan en el puente trasero.
- Se pudo conocer el tipo de junta elástica que posee el sistema.

Recomendaciones:

- Se debe realizar el desmontaje del puente tomando las debidas normas de seguridad.
- Utilización de herramientas adecuadas para cada tipo de trabajo.

| | | |
|--------------------------------------|--|-----------------------|
| Taller Automotriz. | Despiece del mecanismo diferencial. | Práctica N° 03 |
| Docente: Ing. Emilia Aimacaña | Fecha: 24 - 01 - 2013 | Calificación: |
| Estudiante: | Semestre: Séptimo. | |

Objetivos:

- El estudiante al realizar esta práctica está en la capacidad de conocer y analizar todos los componentes del mecanismo diferencial.
- Analizar el estado tanto de satélites planetarios y demás componentes del mecanismo diferencial.
- Conocer qué tipo de mecanismo diferencial es el que posee el puente trasero.

Herramientas:

- Banco didáctico.
- Caja de herramientas.
- Juego de llaves de ajuste tipo mixtas.

Descripción Del Mecanismo Diferencial.

La función del mecanismo diferencial es la de permitir el giro a diferentes velocidades de las ruedas motrices ya sean las delanteras o posteriores, los engranajes en el mecanismo diferencial se disponen en forma de "U" en el eje, cuando ambas ruedas motrices recorren el mismo camino por ir el vehículo en línea recta el engranaje se mantiene en situación neutra, sin embargo en una curva los engranajes se desplazan ligeramente, compensado con ello las diferentes velocidades de giro de las ruedas.

Al no existir la corona, piñón de ataque, satélites, engranajes laterales que forman el grupo diferencial las ruedas se unirían directamente a la corona del par cónico, el movimiento de rotación del motor sería transmitido desde el piñón de ataque a la corona y de esta a las ruedas, girando ambas a la misma velocidad; con esta

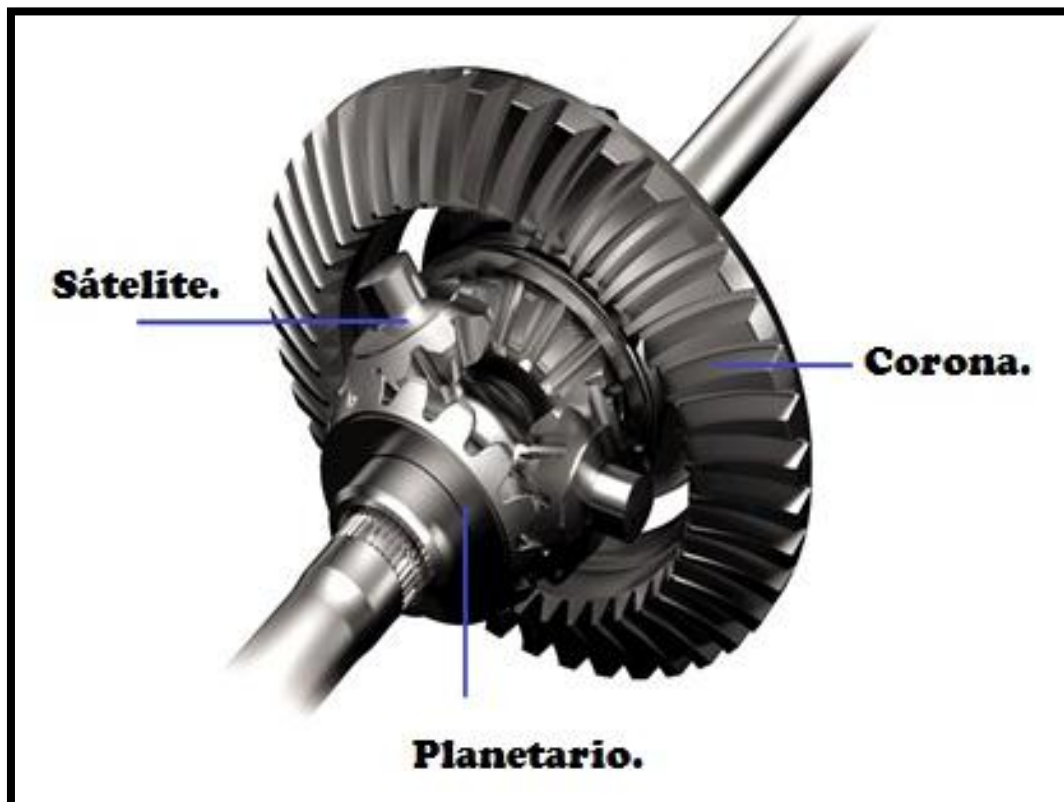
disposición el vehículo en una trayectoria recta los desplazamientos de ambas ruedas serían idénticos, pero cuando el vehículo marche en una trayectoria curva en la que la rueda exterior ha de hacer un recorrido mayor a la interior se produciría el arrastre o patinado de las ruedas, dado que las ruedas son impulsadas por la corona a la misma velocidad y deben efectuar recorridos diferentes.

1. ¿Cuál es la función del mecanismo diferencial en el vehículo?

La función del mecanismo diferencial es la de permitir el giro a diferentes velocidades de las ruedas motrices ya sean las delanteras o posteriores cuando así el vehículo lo requiera.

2. Identifique las partes del mecanismo diferencial en el siguiente gráfico:

Figura 85. Partes mecanismo diferencial



Fuente: ventacarros.com/mecanica/sistema-diferencial-de-traccion

3. ¿En una trayectoria curva que acción realiza el mecanismo diferencial?

En una trayectoria curva el mecanismo diferencial permite que la rueda interior a la curva de menos vueltas y a menos velocidad, y la rueda exterior gire a más vueltas y por ende a más velocidad.

4. ¿Cuáles son las diferencias de funcionamiento entre un diferencial abierto y un autoblocante?

La principal y única diferencia es que en un diferencial abierto la una rueda puede girar independientemente de la otra, mientras tanto en un diferencial autoblocante esto no sucede.

Conclusiones:

- Se pudo identificar que el diferencial es del tipo abierto que es el más común.
- Identificación de cada uno de los componentes del mecanismo diferencial así como de su estado de funcionamiento.
- Se analizó las diferencias físicas y de funcionamiento existentes entre un satélite y un planetario.

Recomendaciones:

- Se debe prestar la debida atención a la ubicación de los diferentes componentes del mecanismo diferencial.
- Tener el debido cuidado con el reglaje al momento de montar el mecanismo diferencial.

| | | |
|--------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------|
| Taller Automotriz. | Regulación del grupo cónico. | Práctica N° 04 |
| Docente: Ing. Emilia Aimacaña | Fecha: 24 - 01 - 2013 | Calificación: |
| Estudiante: | Semestre: Séptimo. | |

Objetivos:

- El estudiante al realizar esta práctica está en la capacidad de conocer la regulación correcta del grupo cónico.
- Verificar las huellas de contacto entre el piñón de ataque - corona del grupo cónico.
- Conocer las diferentes relaciones de desmultiplicación existentes en los diferentes tipos de vehículos.

Herramientas:

- Banco didáctico.
- Caja de herramientas.
- Juego de llaves de ajuste tipo mixtas.
- Espiga rectangular.

Descripción del grupo cónico.

El piñón de ataque recibe el movimiento desde la caja de cambios por medio del árbol de transmisión, y lo transmite a la corona, dispuesta en posición transversal para transmitir el movimiento hacia las ruedas; la reducción de velocidad, se consigue al disponer el piñón de un menor número de dientes que la corona, con lo que también se consigue aumentar el par.

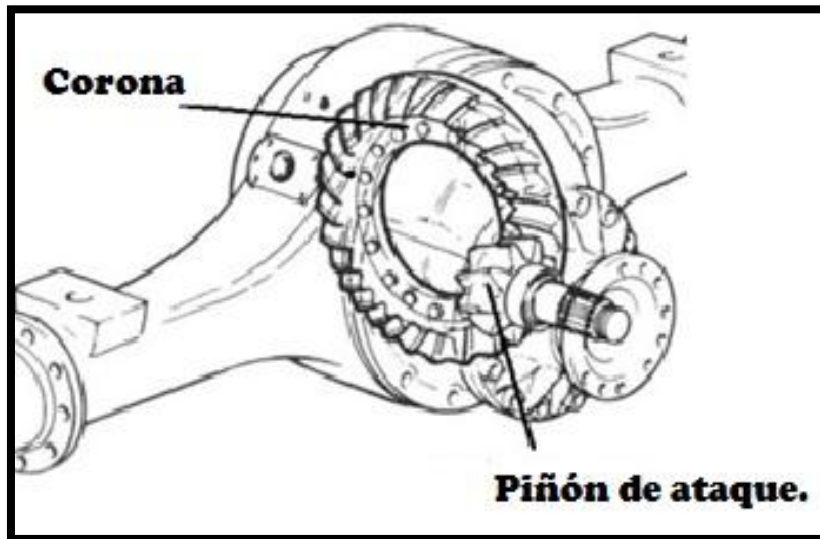
La relación de desmultiplicación está comprendida entre 3:1 y 6:1 que dependerá del tamaño de las ruedas y de la potencia del motor.

Los grupos cónicos más utilizados son los de engranajes helicoidales, y de engranajes hipoides se debe tener en cuenta que en los engranajes helicoidales los ejes del piñón y de la corona son concurrentes, mientras que en los engranajes hipoides los ejes no

son concurrentes de tal forma que el piñón esta desplazado del centro de la corona.

1. Identifique los elementos que conformen el grupo cónico.

Figura 86. Grupo piñón - corona



Fuente: www.taringa.net/posts/ciencia-educacion/15307728/EI-Diferencial.html

2. Explique brevemente el funcionamiento del grupo cónico.

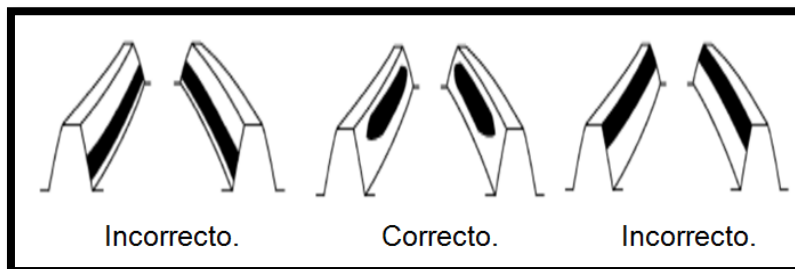
El piñón de ataque recibe el movimiento desde el eje secundario de la caja de cambios por medio del eje de transmisión, este a su vez transmite el movimiento hacia la corona lo cual se realiza por medio de la unión de engranajes.

3. ¿Cuál es la relación de desmultiplicación existente en el grupo cónico?

La relación de desmultiplicación está comprendida desde 3:1 hasta 6:1 en vehículos pequeños.

4. ¿Qué tipo de huella nos indica que el contacto es correcto en el grupo cónico?

Figura 87. Huellas de contacto grupo piñón - corona



Fuente: www.beiben.cl/Manuales/Eje_trasero_hl_hd7/AR3530B047502B.pdf

5. ¿De acuerdo a la disposición de los engranajes cuantos tipos de grupos cónicos existen?

Según su disposición existen 2 tipos de grupos cónicos los cuales son:

- Grupo cónico espiral.
- Grupo cónico hipoide.

Conclusiones.

- Se identificó la función del grupo cónico.
- Identificación de las diferentes relaciones de desmultiplicación.
- Se conoció los diferentes tipos de señales que presentan los engranajes en sus talones de acuerdo al funcionamiento que estos tengan.

Recomendaciones.

- Tener el debido cuidado al manipular la corona.
- Central el piñón de ataque con la corona correctamente para evitar daños en sus engranajes.

| | | |
|--------------------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| Taller Automotriz. | Cálculo fuerzas de frenado. | Práctica N° 05 |
| Docente: Ing. Emilia Aimacaña | Fecha: 24 - 01 - 2013 | Calificación: |
| Estudiante: | Semestre: Séptimo. | |

Objetivos:

- El estudiante al realizar esta práctica está en la capacidad de identificar los factores que intervienen en la fuerza de frenado.
- Analizar el diseño del sistema de frenos.

Herramientas:

- Banco didáctico.
- Flexómetro.

Descripción de las fuerzas de frenado.

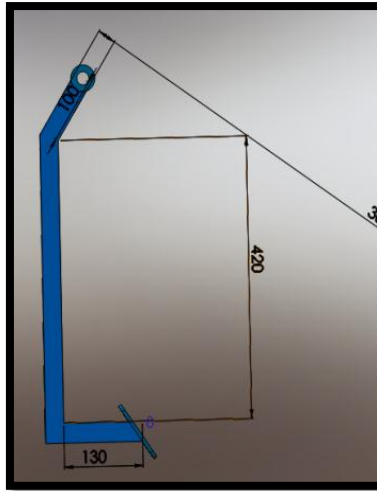
Las principales fuerzas que actúan sobre el vehículo en el proceso de frenado son las que se desarrollan en la superficie de las ruedas como consecuencia de su contacto con la calzada.

Es decir, se debe aplicar una fuerza de frenado que anule a la fuerza de impulsión. El efecto de frenado consiste en transformar la energía cinética producida por el vehículo movimiento en calor producido por el rozamiento entre los elementos mecánicos de los frenos.

La fuerza de frenado tiene el mismo valor que la fuerza de adherencia o rozamiento y por lo tanto se calculará mediante el producto entre el peso que gravita sobre una rueda y el coeficiente de adherencia entre ella y el suelo, y tiene sentido contrario a la fuerza de impulsión. Como la fuerza de impulsión está determinada por la resistencia que oponen las ruedas a su desplazamiento, la fuerza de frenado que hay que aplicar para detener el vehículo está también en función de la resistencia obtenida en las ruedas.

1. Identifique el Brazo 1 y brazo 2

Figura 88. Pedal de freno



Fuente: Software CAE

2. Realice el cálculo de las fuerzas de frenado.

Notaciones.

F_{pie} = Fuerza del pie [daN]

F_p = Fuerza en la cabeza del émbolo del cilindro principal de frenado [daN]

r_1 = Brazo de palanca 1 del pedal del freno [cm]

r_2 = Brazo de palanca 2 del pedal del freno [cm]

ρL = Presión del circuito [daN/cm² \cong bar]

F_{RA} = Fuerza de aprieto de los cilindros de las ruedas traseras [daN]

d_p = Diámetro del cilindro principal [cm]

d_{RA} = Diámetro de los cilindros de las ruedas traseras [cm]

Observación: La presión se da en daN/cm² porque 1 daN/cm² corresponde a 1 bar.

A. Cálculo de la Fuerza en el cilindro principal 1.

$$F_p = \frac{F_{pie} \cdot r_1}{r_2}$$

Datos.

$$F_{pie} = 40 \text{ daN}$$

$$r_1 = 42 \text{ cm}$$

$$r_2 = 13 \text{ cm}$$

$$d_p = 1,59 \text{ cm}$$

$$F_p = ?$$

$$F_p = \frac{40 \text{ daN/cm}^2 \cdot 42 \text{ cm}}{13 \text{ cm}} \quad F_p = \frac{1680 \text{ daN/cm}}{13 \text{ cm}}$$

$$F_p = 129,23 \text{ daN}$$

B. Cálculo de la Presión del líquido en el cilindro principal.

$$\rho L = \frac{F_p}{\frac{d_p^2 \cdot \pi}{4}}$$

Notaciones.

ρL = Presión del circuito [$\text{daN/cm}^2 \cong \text{bar}$]

F_p = Fuerza en la cabeza del émbolo del cilindro principal de frenado [daN]

d_p = Diámetro del cilindro principal [cm]

Datos.

$$F_p = 127,69 \text{ daN}$$

$$d_p = 1,59 \text{ cm}$$

$$\rho L = ?$$

$$\rho L = \frac{127,69 \text{ daN}}{\frac{1,59^2 \text{ cm} \cdot \pi}{4}}$$

$$\rho L = \frac{127,69 \text{ daN}}{\frac{7,94 \text{ cm}^2}{4}} \quad \rho L = \frac{127,69 \text{ daN}}{1,99 \text{ cm}^2}$$

$$\rho L = 64,17 \frac{\text{daN}}{\text{cm}^2}$$

C. Cálculo de la Fuerza de Aprieto en el cilindro principal.

$$F_{RA} = \rho L \cdot \frac{d_{RA}^2 \cdot \pi}{4}$$

Notaciones.

F_{RA} = Fuerza de aprieto de los cilindros de las ruedas traseras [daN]

ρL = Presión del circuito [daN/cm² \cong bar]

d_{RA} = Diámetro de los cilindros de las ruedas traseras [cm]

Datos.

$$\rho L = 64,17 \frac{\text{daN}}{\text{cm}^2}$$

$$d_{RA} = 2,38 \text{ cm}$$

$$F_{RA} = ?$$

$$F_{RA} = \rho L \cdot \frac{d_{RA}^2 \cdot \pi}{4}$$

$$F_{RA} = 64,17 \frac{\text{daN}}{\text{cm}^2} \cdot \frac{2,38^2 \text{ cm} \cdot \pi}{4} \quad F_{RA} = 64,17 \frac{\text{daN}}{\text{cm}^2} \cdot 4,45 \text{ cm}^2$$

$$F_{RA} = 285,56 \text{ da N}$$

Conclusiones.

- La fuerza de frenado es proporcional a la fuerza aplicada por el conductor.
- La fuerza de frenado se reparte en igual proporción para el número de ruedas.
- La fuerza de frenado depende mucho del diámetro interno de la bomba y del cilindro receptor.

Recomendaciones.

- Tomar medidas exactas para evitar un cálculo erróneo.
- Observar bien las unidades en las que se expresan los valores.

| | | |
|--------------------------------------|--|-----------------------|
| Taller Automotriz. | Verificación del sistema de frenos. | Práctica N° 06 |
| Docente: Ing. Emilia Aimacaña | Fecha: 24 - 01 - 2013 | Calificación: |
| Estudiante: | Semestre: Séptimo. | |

Objetivos:

- El estudiante al realizar esta práctica está en la capacidad de conocer el funcionamiento del Sistema de frenos.
- Verificar el correcto funcionamiento del Sistema de frenos.
- Realizar el purgado del Sistema de frenos.

Herramientas:

- Banco didáctico.
- Caja de herramientas.
- Juego de llaves de ajuste tipo mixtas.

Descripción del sistema de frenos de tambor.

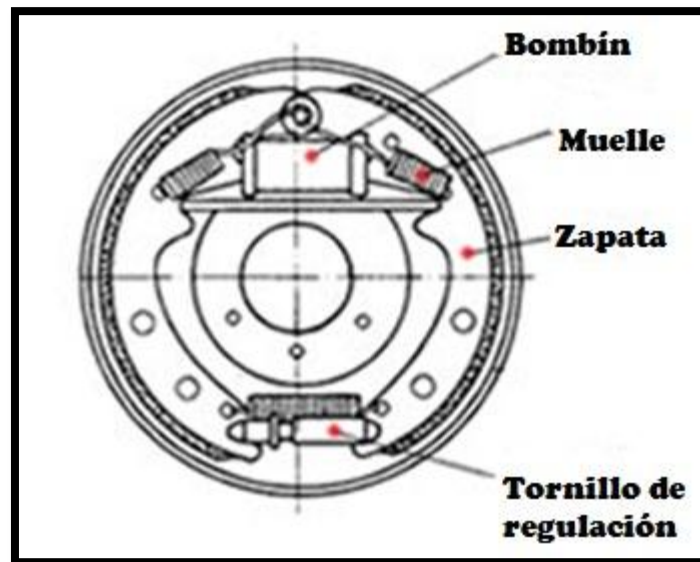
Este tipo de frenos se caracterizan porque su punto de apoyo consiste en una biela de acoplamiento, las dos zapatas son también primarias.

Al accionar las zapatas de freno, pivotan sobre su apoyo a la vez que empujan, mediante la biela de acoplamiento, a la otra zapata. Con este sistema se consigue un reparto de la presión de frenado más uniforme por toda la superficie de frenado del tambor y del forro de la zapata. Por el contrario, son muy sensibles a las variaciones de coeficiente de fricción que puedan sufrir los forros de las mismas.

El tambor es la pieza giratoria del freno, su superficie cilíndrica en el interior es una de las superficies de rozamiento y recibe la mayor parte de calor desarrollado en el frenado, es fabricado con fundición gris perlítica con grafito esferoidal o con fundición aleada las cuales presentan gran resistencia al desgaste a la deformación y a altas temperaturas.

1. Identifique las principales partes del Sistema de frenos de tambor.

Figura 89. Partes freno de tambor



Fuente: www.aficionadosalamecanica.net/frenos-2.htm

2. ¿Qué características debe poseer un buen líquido de frenos?

Un buen líquido de frenos debe poseer:

- Un alto punto de ebullición.
- Bajo punto de congelación.
- Antioxidante.
- No atacar a los cauchos del sistema.

3. ¿En qué consiste la propiedad higroscópica en el líquido de frenos?

La propiedad higroscópica en un líquido de frenos consiste en absorber la humedad para evitar se concentre en un solo punto del sistema.

4. Explique brevemente en qué consiste el purgado del Sistema de frenos.

El purgado en un sistema de freno consiste en evacuar el aire que puede estar presente dentro del sistema, la presencia de aire disminuye la eficiencia del sistema.

Conclusiones.

- La presencia de aire en el sistema de frenos no permite un correcto funcionamiento.
- El purgado debe realizarse como parte del mantenimiento preventivo del sistema de freno.

- Se debe dar la correcta regulación para obtener un óptimo frenado.

Recomendaciones.

- Evitar en lo posible el contacto del líquido de freno con cualquier tipo de superficie del banco didáctico.
- Evitar el contacto directo del líquido de freno con los ojos.

NOTA: La guía de prácticas por llenar se adjuntan en el **(ANEXO D)**.

CAPÍTULO VII

7. COSTOS

7.1 Definición de costo

Costo es la valoración económica del uso o consumo de recursos necesarios para la ejecución del proyecto de tesis denominado "CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DIDÁCTICO DEL SISTEMA DIFERENCIAL, CON SU PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA ESCUELA DE ING. AUTOMOTRIZ." Contemplando dentro de estos todos los valores desde su inicio hasta su finalización.

Según su aplicación tenemos que los costos se clasifican en costos directos y costos indirectos.

7.2 Costo directo

Son costos directos todos aquellos que se pueden identificar en la "Construcción del banco didáctico del Sistema Diferencial". Estos costos corresponden a materiales, mano de obra, equipos y maquinarias comprometidas directamente con la ejecución del presente proyecto de tesis.

Tabla 13. Costos directos

| Descripción | Valor (\$) |
|------------------|------------|
| Diferencial | 400 |
| Cruceta | 30 |
| Eje | 40 |
| Disolventes | 15 |
| Lija | 5 |
| Banco (bastidor) | 150 |
| Poleas | 45 |
| Motor | 170 |
| 4 ruedas | 60 |

| | |
|----------------------|----------------|
| Pernos | 10 |
| Fondo | 25 |
| Abrazaderas y pernos | 15 |
| Banda | 15 |
| Centrales de freno | 50 |
| Cañerías | 35 |
| Pedales | 20 |
| Pinturas | 45 |
| Tapas acrílicas | 100 |
| Líquido de freno | 10 |
| Aceite 75 W 85 | 12 |
| Módulo | 150 |
| Tabla panel | 10 |
| Tuercas | 5 |
| Sticker's | 15 |
| TOTAL. | \$ 1432 |

Fuente: Autores

7.3 Costo indirecto

Son aquellos costos que afectan al proceso de construcción en general del "Banco didáctico del Sistema Diferencial", razón por la cual no se puede asignar directamente al presente plan de tesis.

Tabla 14. Costos indirectos

| Descripción | Valor (\$) |
|--------------------|-------------------|
| Trabajos en torno | 60 |
| Transporte | 40 |
| TOTAL. | \$ 100 |

Fuente: Autores

7.4 Costos totales

Es la sumatoria de los costos directos e indirectos en los que se ha incurrido para la construcción del Bando didáctico del sistema diferencial.

Tabla 15. Costos totales

| Descripción. | Valor. (\$) |
|---------------------|--------------------|
| Costos directos | 1432 |
| Costos indirectos | 100 |
| TOTAL. | \$ 1532 |

Fuente: Autores

CAPÍTULO VII

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1 Conclusiones

Una vez terminada la construcción e implementación del banco didáctico del sistema diferencial hemos llegado a obtener las siguientes conclusiones:

Se ha construido e implementado un banco didáctico del sistema diferencial con su plan de mantenimiento para la Escuela de Ingeniería Automotriz de la ESPOCH.

Se identificó el comportamiento del mecanismo diferencial tanto en una trayectoria recta como en una curva.

Se conoció las diferentes relaciones de desmultiplicación existentes en los diferentes tipos de vehículos.

Al realizar el cálculo de las fuerzas de frenado se identificó todos los factores que en ellas influyen.

Al momento de seleccionar el motor eléctrico se hizo necesario conocer las características y diferencias entre un motor AC y DC

Al momento de accionar uno de los pedales de freno, tenemos que un solo tambor se detiene variando considerablemente la velocidad del otro.

Se estableció un manual de mantenimiento y una guía de prácticas para orientar al estudiante acerca del funcionamiento del banco didáctico y así reforzar los conocimientos del estudiante.

8.2 Recomendaciones

Antes de realizar la práctica en el banco didáctico, recibir la adecuada y correcta explicación del sistema diferencial.

Tener la conveniente precaución para evitar accidentes con los diferentes elementos en movimiento.

Adquirir pleno conocimiento de las acciones que se llevan a cabo por medio del panel de control.

Los estudiantes que realicen las prácticas en el banco didáctico siempre deben estar bajo la supervisión del docente a cargo.

Dar el mantenimiento adecuado para con partes de recambio de óptima calidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] **SANTANDER, Jesús.**Técnico en Mecánica y Electrónica Automotriz. Colombia :Diseli, 2005. Pág. 443 - 445.
- [2] **ALONSO JM.**Técnicas del Automóvil. España : Thomson Paraninfo, 6ta edición, 2000. Pág. 229 - 282.
- [3] **ALONSO JM.**Técnicas del Automóvil CHASIS. España : Thomson Paraninfo, 2004. Pp 231.
- [4] **ALONSO JM.**Técnicas del Automóvil. España : Thomson Paraninfo, 7ma edición, 2004. Pp 231.
- [5] **ALONSO JM.**Técnicas del Automóvil CHASIS. España : Thomson Paraninfo, 2004. Pp 232.
- [6] **ALONSO JM.**Técnicas del Automóvil CHASIS. España : Thomson Paraninfo, 2004. Pp 233
- [7] **CEAC.**Manual CEAC del Automovil . Barcelona, España : CEAC, 2005. Pp 605.
- [8] **ALONSO JM.**Técnicas del Automóvil CHASIS. España : Thomson Paraninfo, 004. Pp 240.
- [9] **ALONSO JM.**Técnicas del Automóvil CHASIS. España : Thomson Paraninfo, 2004. Pp 239.
- [10] <http://diccionario.motorgiga.com/diccionario/planetario-definicionsignificado/gmx-niv15-con195160.htm>
- [11] **HERMOGENES Gil,** Manual del Automovil, Espana: Cultural S.A. 2002, Tomo III, Pp.116.
- [12] **CEAC.**Manual CEAC del Automovil . Barcelona, España : CEAC, 2005. Pp 605.
- [13] **CEAC.**Manual CEAC del Automovil . Barcelona, España : CEAC, 2005. Pp 605.

- [14] **CEAC**.Manual CEAC del Automovil . Barcelona, España : CEAC, 2005. Pp 611.
- [15] **CEAC**.Manual CEAC del Automovil . Barcelona, España : CEAC, 2005. Pp 612.
- [16] **CEAC**.Manual CEAC del Automovil . Barcelona, España : CEAC, 2005. Pp 613.
- [17] **CEAC**.Manual CEAC del Automovil . Barcelona, España : CEAC, 2005. Pp 614.
- [18] **CEAC**.Manual CEAC del Automovil . Barcelona, España : CEAC, 2005. Pp 612.
- [19] **DE CASTRO Vicente**,Enciclopedia del Motor y del Automóvil. Barcelona, España : CEAC, 1990. Pp. 183
- [20] **DE CASTRO Vicente**,Enciclopedia del Motor y del Automóvil. Barcelona, España : CEAC, 1990. Pp. 184
- [21] **CEAC**.Manual CEAC del Automovil . Barcelona, España : CEAC, 2005. Pp 185.
- [22] **DE CASTRO Vicente**,Enciclopedia del Motor y del Automóvil. Barcelona, España : CEAC, 1990. Pp. 173
- [23] **DE CASTRO Vicente**,Enciclopedia del Motor y del Automóvil. Barcelona, España : CEAC, 1990. Pp. 174
- [24] **DE CASTRO Vicente**,Enciclopedia del Motor y del Automóvil. Barcelona, España : CEAC, 1990. Pp. 174
- [25] **GTZ**.Cálculos técnicos para el Automovil. España : Reverte, 8va edición. Pp. 188 - 191
- [26] **GTZ**.Cálculos técnicos para el Automovil. España : Reverte, 8va edición. Pp. 201 – 207
- [27] www.ceduvirt.com/resources/Control%20de%20Motores%20con%20Matlab.pdf

BIBLIOGRAFÍA

AGUEDA, Eduardo. Fundamentos Tecnológicos del Automóvil. España: Thomson, 2002.

ALONSO JM. Técnicas del Automóvil CHASIS. España : Thomson Paraninfo, 2004

ARIAS PAZ, Manuel. Manual de automoviles. Madrid, España: ROSSAT 2000, 2000

CEAC. Manual CEAC del Automovil . Barcelona, España : CEAC, 2005.

CROUSE, William. Equipo Eléctrico y Electrónico del Automóvil. Colombia: Alfaomega, 2001.

DE CASTRO Vicente, Enciclopedia del Motor y del Automóvil. Barcelona, España : CEAC, 1990.

GTZ. Cálculos técnicos para el Automovil. España : Reverte, 8va edición.

HERMOGENES Gil, Manual del Automóvil, España: Cultural S.A. 2002, Tomo III, Pp.116.

REYES A, Carlos. Microcontroladores PIC Programación en Basic. Quito – Ecuador: Rispergraf, 2008.

SANTANDER, Jesús. Técnico en Mecánica y Electrónica Automotriz. Colombia : Diseli, 2003.

SANTANDER, Jesús. Técnico en Mecánica y Electrónica Automotriz. Colombia : Diseli, 2005.

LINKOGRAFÍA

TRIPODE

<http://www.triautosa.com/html/mantenimiento.html>

2012-06-13

<http://www.sabelotodo.org/automovil/cardan.html>

2012-06-14

TRANSMISIÓN

<http://old.exameneteorica.com/www/manual/conducir/t/1051/sistema-de-transmision>

2012-06-17

<http://www.microcaos.net/ocio/motor/sistema-de-transmision/>

2012-07-01

<http://familytt.mforos.com/108126/8455523-juntas-homocineticas/>

2012-07-09

<http://www.indarbelt.es/html/formulas.htm>

2012-07-10

www.taringa.net/posts/autos-motos/16174422/Transmision-1era-parte.html

2012-07-18

MOTOR MONOFÁSICO

<http://wwwapp.etsit.upm.es/departamentos/teat/asignaturas/labingel/motores%20asincronos%20monofasicos.pdf>

2012-07-29

FÓRMULAS TRANSMISIÓN

<http://www.indrbelt.es/html/formulas.htm>

2012-07-30

MOTORES ELÉCTRICOS

<http://www.areatecnologia.com/EL%20MOTOR%20ELECTRICO.htm>

2012-08-01

http://ecatalog.weg.net/TEC_CAT/tech_motor_dat_web.asp

2012-08-02

<http://www.ceduvirt.com/resources/Control%20de%20Motores%20con%20Matlab.pdf>

12-08-02

<http://hgm.shibanazihuatanejo.com/ME/Notascurso/U5.pdf>

2012-08-05

LUBRICANTES

<http://www.ref.pemex.com/octanaje/21nues.htm>

2012-08-09

<http://www.tiposde.org/general/398-tipos-de-lubricantes/>

2012-08-11

FRENOS

<http://es.scribd.com/doc/28642624/Mecanica-Automotriz>

2012-08-15

<http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-4738247>

2012-08-20

DIFERENCIAL

<http://www.aficionadosalamecanica.com/transmisiones.htm>

2012-09-01

<http://www.taringa.net/posts/ciencia-educacion/15307728/EI-Diferencial.html>

2012-09-03

<http://m.forocoches.com/foro/showthread.php?t=2692316&page=3>

2012-09-03

<http://www.taringa.net/posts/autos-motos/16174422/Transmision-1era-parte.html>

2012-09-04

www.mackvyvltada.cl/default5.htm

2012-09-04

www.clubjapo.com/foro/mec%E1nicas-potenciaci%F3n-y-gesti%F3n-electr%F3nica/156382-mecanica-y-potenciacion-con-elherrerrillo.html

2012-09-05

COSTOS

<http://www.loscostos.info/definicion.html>

2012-10-05

ANEXOS

ANEXO A



ESPOCH

Nro: 388-371

Fecha: 15-NOV-2012

HOJA DE DATOS

Motor monofásico de inducción - Rotor de jaula

Cliente : Hidalgo - Tenelanda
Línea del producto : ODP - Aplicación General - NEMA 48 - 56

Carcasa : D56
Potencia : 0,75 kW
Frecuencia : 60 Hz
Polos : 4
Rotación nominal : 1740
Deslizamiento : 3,33 %
Voltaje nominal : 115/208-230 V
Corriente nominal : 14,0/6,80-7,00 A
Corriente de arranque : 78,4/39,2 A
Ip/In : 5,6
Corriente en vacío : 10,0/5,00 A
Par nominal : 4,12 Nm
Par de arranque : 270 %
Par máxima : 280 %
Categoría : —
Clase de aislación : B
Elevación de temperatura : 80 K
Tiempo de rotor bloqueado : 6 s (caliente)
Factor de servicio : 1,15
Régimen de servicio : S1
Temperatura ambiente : -20°C - +40°C
Altitud : 1000
Protección : IP21
Masa aproximada : 11 kg
Momento de inercia : 0,00564 kgm²
Nivel de ruido : —

| | Delantero | Trasero | Carga | Factor de potencia | Rendimiento (%) |
|--------------------------|-----------|---------|-------|--------------------|-----------------|
| Rodamiento | 6204 ZZ | 6203 ZZ | 100% | 0,84 | 71,4 |
| Intervalo de lubricación | — | — | 75% | 0,88 | 70,0 |
| Cantidad de grasa | — | — | 50% | 0,44 | 64,2 |

Observaciones:

Ejecutante

Verificado

ANEXO B

ANEXO C

Programación MicrocodeStudio para la lectura de rpm del motor eléctrico y eje de transmisión.

```
@ device INTRC_OSC_NOCLKOUT;
@ device MCLR_ON;
@ device BOD_OFF;
@ device WDT_OFF;
CMCON=7
DEFINE LCD_DREG PORTA
DEFINE LCD_DBIT 0
DEFINE LCD_RSREG PORTA
DEFINE LCD_RSBIT 6
DEFINE LCD_EREG PORTA
DEFINE LCD_EBIT 7
DEFINE LCD_BITS 4
DEFINE LCD_LINES 2
DEFINE LCD_COMMANDUS 2000
DEFINE LCD_DATAUS 50

TRISB.6=0
TRISB.7=0
TRISB.1=0
TRISB.2=1
TRISB.3=1
PORTB=0
DAT VAR WORD
DATO VAR WORD
DATO1 VAR WORD
DATO2 VAR WORD
FCM1 VAR PORTB.2
FCM2 VAR PORTB.3
RPM VAR PORTB.6
LED VAR PORTB.7
MOTOR VAR PORTB.1
DAT=0
DATO=0
Pause 500
LED=1
MOTOR=1
RPM=1

LCDOut $FE,1
LCDOut $FE,$80,"**** ESPOCH ****"
LCDOut $FE,$C0,"ST. DIFERENCIAL "
pause 2000
'LCDOut $FE,1
RPM=1
INICIO:
```

```
COUNT PORTB.0, 10000, DAT
DATO=DAT*6
DATO1=DATO*36
DATO2=DATO1/100
LCDOut $FE,$80,DEC DATO ," RPM MOT  "
LCDOut $FE,$C0,DEC DATO2 ," RPM EJE  "
```

```
IF FCM1=1 AND FCM2=1 THEN
  LCDOut $FE,$80," ESPERA  "
  LCDOut $FE,$C0," 10 SEGUNDOS "
  RPM=0
  MOTOR=0
  PAUSE 10000
```

```
ELSE
  RPM=1
  MOTOR=1
ENDIF
```

```
GoTo INICIO
```

```
'SUBROUTINAS
```

```
End
```

ANEXO D

E.I.A.



ESPOCH

GUÍA DE PRÁCTICAS DEL SISTEMA DIFERENCIAL.



| | | |
|---------------------------|--------------------------|-----------------------|
| Taller Automotriz. | Cambio de aceite. | Práctica N° 01 |
| Docente: | Fecha: | Calificación: |
| Estudiante: | Semestre: | |

Objetivos:

- El estudiante al realizar esta práctica está en la capacidad de observar y analizar las características que presenta el aceite lubricante luego de haber estado en funcionamiento.
- Estar en la capacidad de recomendar que tipo de aceite lubricante se puede utilizar en el sistema diferencial dependiendo del uso y estado del vehículo.
- Familiarizarse con los lubricantes existentes en el mercado.

Herramientas:

- Banco didáctico.
- Juego de llaves de ajuste tipo mixtas.
- Succionador de aceite.
- Bomba dosificadora de aceite.

Descripción del sistema diferencial.

El Sistema diferencial es uno de los componentes encargados, de trasladar la rotación, que se origina en el motor de combustión interna hacia las ruedas motrices del vehículo; el diferencial, puede ser diferente, en cuanto a su diseño, figura, tamaño y ubicación; pero los principios de funcionamiento y objetivos; siguen siendo los mismos.

El objetivo es: administrar la fuerza motriz, en las ruedas encargadas de la tracción, tomando como base, la diferencia de paso o rotación, entre una rueda, con relación a la otra; se sabe, que el vehículo al tomar una curva, una rueda recorre más espacio que la otra; igualmente una rueda más grande, recorrerá más espacio que una pequeña por lo cual resulta de mucha importancia el uso del Sistema diferencial.

1. ¿De acuerdo a la ubicación del Sistema diferencial los vehículos se clasifican en?

.....
.....

2. ¿Cuál es la función del lubricante en el sistema diferencial?

.....
.....
.....

3. ¿De acuerdo a su criterio que lubricante sería el adecuado para el sistema diferencial?

.....
.....

4. ¿Cuáles son las características que debe tener el lubricante seleccionado?

.....
.....
.....
.....
.....

Conclusiones:

.....
.....
.....
.....
.....
.....

Recomendaciones:

.....
.....
.....
.....

| | | |
|---------------------------|---------------------------------|-----------------------|
| Taller Automotriz. | Despiece puente trasero. | Práctica N° 02 |
| Docente: | Fecha: | Calificación: |
| Estudiante: | Semestre: | |

Objetivos:

- El estudiante al realizar esta práctica está en la capacidad de conocer y analizar todos los componentes del puente trasero en un vehículo de tracción posterior.
- Analizar el estado de cada uno de los componentes del puente trasero.
- Conocer los tipos de puente trasero de acuerdo al montaje de sus semiejes.

Herramientas:

- Banco didáctico.
- Caja de herramientas.
- Juego de llaves de ajuste tipo mixtas.

Descripción del puente trasero.

El puente trasero es el encargado de sostener el peso en la parte trasera del vehículo al mismo tiempo que es el encargado de transmitir el movimiento cuando el vehículo avanza, es utilizado como soporte del sistema de frenos de las ruedas traseras; en los vehículos en los cuales el eje trasero se usa como eje motriz el puente esta generalmente formado por una pieza tubular denominada cárter del eje trasero, esta pieza a su vez sirve como sostén y protección de los elementos mecánicos encargados de transmitir el movimiento a las ruedas.

El giro del motor es comunicado al puente trasero por medio del árbol de transmisión tiene que aplicarse a las ruedas situadas en un eje perpendicular al de este, por lo que el giro cambia en un ángulo de 90⁰ lo cual se consigue por medio del piñón cónico y la corona; en la parte central del cárter del eje trasero existe un ensanchamiento en el cual se encuentran alojados el par cónico o grupo piñón corona y el grupo diferencial.

1. Enumere los sistemas que se alojan en el puente trasero en un vehículo de tracción trasera:

.....
.....

2. De acuerdo al tipo de cárter del puente trasero que tipos existen:

.....
.....

3. ¿Qué función cumplen las juntas elásticas universales en la transmisión?

.....
.....
.....
.....

4. ¿Qué características de funcionamiento presenta una junta elástica universal tipo cardán?

.....
.....
.....
.....

6. ¿Qué función cumplen los semiejes?

.....
.....
.....

5. De acuerdo a la disposición de los semiejes en el puente trasero estos se clasifican en:

.....
.....
.....
.....

Conclusiones:

.....
.....
.....
.....

Recomendaciones:

.....
.....
.....

| | | |
|---------------------------|--|-----------------------|
| Taller Automotriz. | Despiece del mecanismo diferencial. | Práctica N° 03 |
| Docente: | Fecha: | Calificación: |
| Estudiante: | Semestre: | |

Objetivos:

- El estudiante al realizar esta práctica está en la capacidad de conocer y analizar todos los componentes del mecanismo diferencial.
- Analizar el estado tanto de satélites planetarios y demás componentes del mecanismo diferencial.
- Conocer qué tipo de mecanismo diferencial es el que posee el puente trasero.

Herramientas:

- Banco didáctico.
- Caja de herramientas.
- Juego de llaves de ajuste tipo mixtas.

Descripción del mecanismo diferencial.

La función del mecanismo diferencial es la de permitir el giro a diferentes velocidades de las ruedas motrices ya sean las delanteras o posteriores, los engranajes en el mecanismo diferencial se disponen en forma de "U" en el eje, cuando ambas ruedas motrices recorren el mismo camino por ir el vehículo en línea recta el engranaje se mantiene en situación neutra, sin embargo en una curva los engranajes se desplazan ligeramente, compensado con ello las diferentes velocidades de giro de las ruedas.

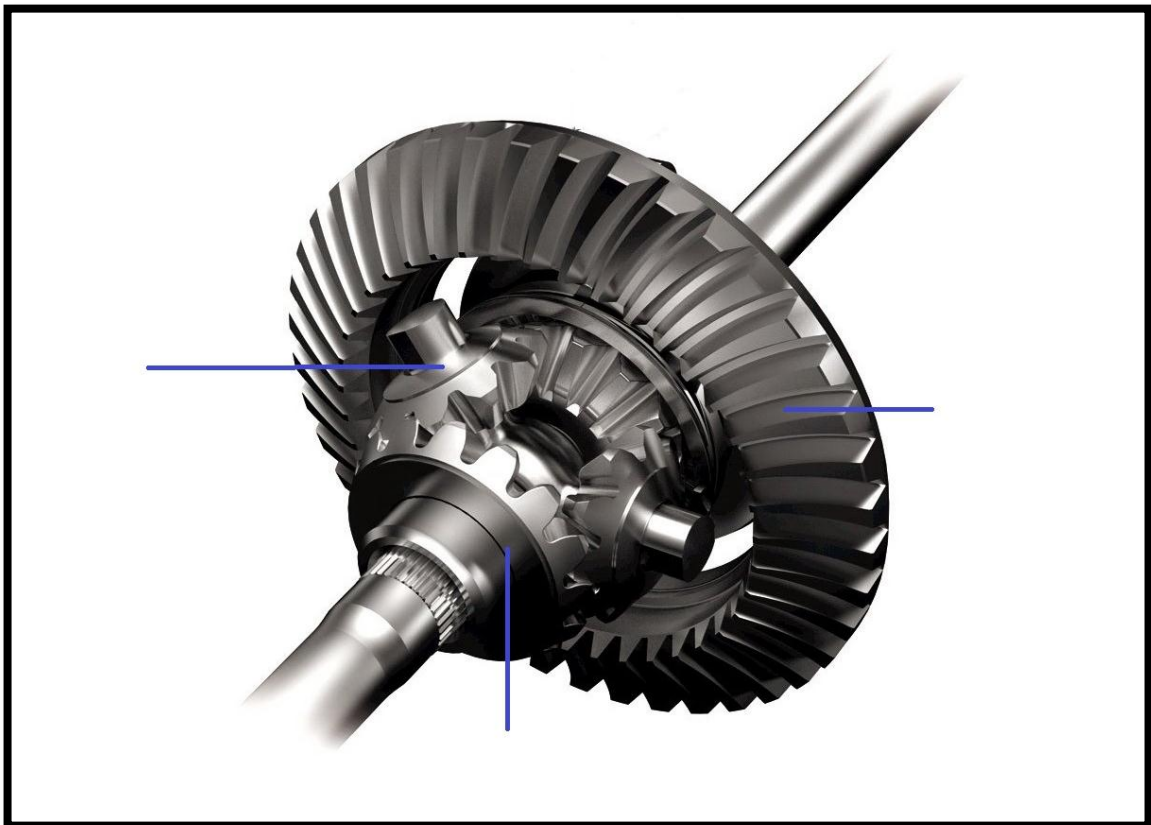
Al no existir la corona, piñón de ataque, satélites, engranajes laterales que forman el grupo diferencial las ruedas se unirían directamente a la corona del par cónico, el movimiento de rotación del motor sería transmitido desde el piñón de ataque a la corona y de esta a las ruedas, girando ambas a la misma velocidad; con esta

disposición el vehículo en una trayectoria recta los desplazamientos de ambas ruedas serían idénticos, pero cuando el vehículo marche en una trayectoria curva en la que la rueda exterior ha de hacer un recorrido mayor a la interior se produciría el arrastre o patinado de las ruedas, dado que las ruedas son impulsadas por la corona a la misma velocidad y deben efectuar recorridos diferentes.

1. ¿Cuál es la función del mecanismo diferencial en el vehículo?

.....
.....

2. Identifique las partes del mecanismo diferencial en el siguiente gráfico:



3. ¿En una trayectoria curva que acción realiza el mecanismo diferencial?

.....
.....
.....
.....

4. ¿Cuáles son las diferencias de funcionamiento entre un diferencial abierto y un autoblocante?

.....
.....
.....

Conclusiones:

.....
.....
.....
.....

Recomendaciones:

.....
.....
.....

| | | |
|---------------------------|-------------------------------------|-----------------------|
| Taller Automotriz. | Regulación del grupo cónico. | Práctica N° 04 |
| Docente: | Fecha: | Calificación: |
| Estudiante: | Semestre: | |

Objetivos:

- El estudiante al realizar esta práctica está en la capacidad de conocer la regulación correcta del grupo cónico.
- Verificar las huellas de contacto entre el piñón de ataque - corona del grupo cónico.
- Conocer las diferentes relaciones de desmultiplicación existentes en los diferentes tipos de vehículos.

Herramientas:

- Banco didáctico.
- Caja de herramientas.
- Juego de llaves de ajuste tipo mixtas.
- Espiga rectangular.

Descripción del grupo cónico.

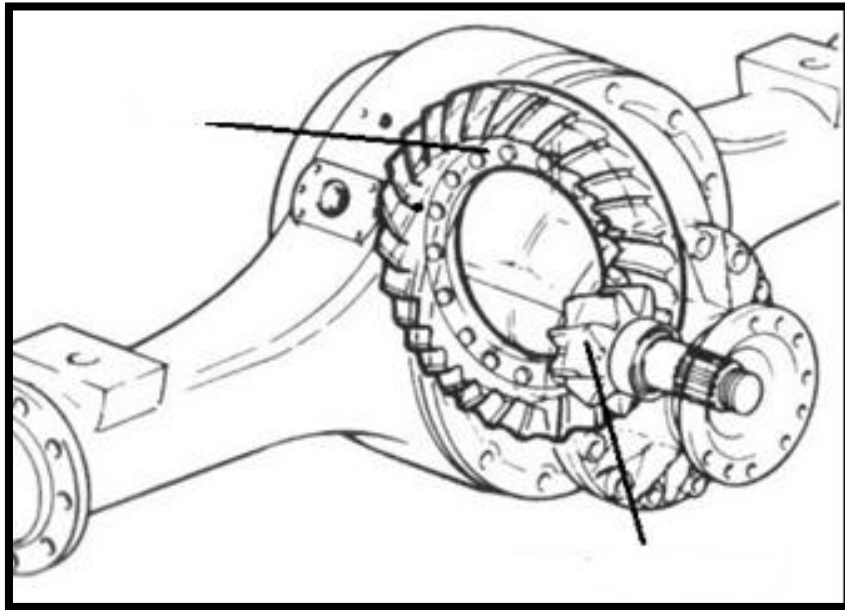
El piñón de ataque recibe el movimiento desde la caja de cambios por medio del árbol de transmisión, y lo transmite a la corona, dispuesta en posición transversal para transmitir el movimiento hacia las ruedas; la reducción de velocidad, se consigue al disponer el piñón de un menor número de dientes que la corona, con lo que también se consigue aumentar el par.

La relación de desmultiplicación está comprendida entre 3:1 y 6:1 que dependerá del tamaño de las ruedas y de la potencia del motor.

Los grupos cónicos más utilizados son los de engranajes helicoidales, y de engranajes hipoides se debe tener en cuenta que en los engranajes helicoidales los ejes del piñón

y de la corona son concurrentes, mientras que en los engranajes hipoides los ejes no son concurrentes de tal forma que el piñón esta desplazado del centro de la corona.

1. **Identifique los elementos que conformen el grupo cónico.**



2. **Explique brevemente el funcionamiento del grupo cónico.**

.....
.....
.....
.....
.....

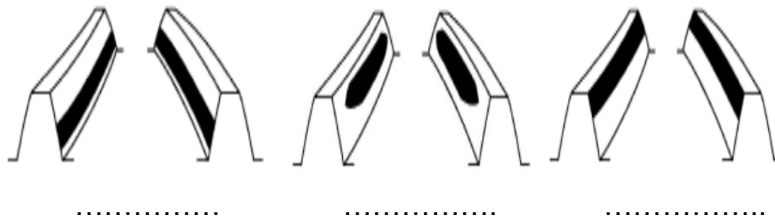
3. **¿Cuál es la relación de desmultiplicación existente en el grupo cónico?**

.....
.....
.....

4. **¿De acuerdo a la disposición de los engranajes cuantos tipos de grupos cónicos existen?**

.....
.....
.....

5. ¿Qué tipo de huella nos indica que el contacto es correcto en el grupo cónico?



Conclusiones.

.....
.....
.....
.....

Recomendaciones.

.....
.....
.....

| | | |
|---------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| Taller Automotriz. | Cálculo fuerzas de frenado. | Práctica N° 05 |
| Docente: | Fecha: | Calificación: |
| Estudiante: | Semestre: | |

Objetivos:

- El estudiante al realizar esta práctica está en la capacidad de identificar los factores que intervienen en la fuerza de frenado.
- Analizar el diseño del sistema de frenos.

Herramientas:

- Banco didáctico.
- Flexómetro.

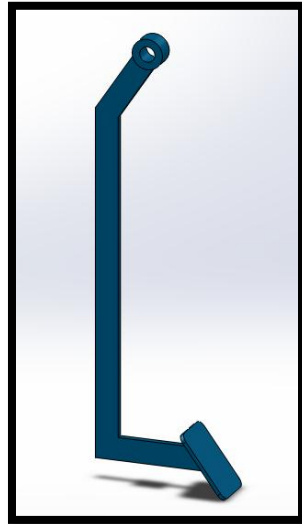
Descripción de las fuerzas de frenado.

Las principales fuerzas que actúan sobre el vehículo en el proceso de frenado son las que se desarrollan en la superficie de las ruedas como consecuencia de su contacto con la calzada.

Es decir, se debe aplicar una fuerza de frenado que anule a la fuerza de impulsión. El efecto de frenado consiste en transformar la energía cinética producida por el vehículo movimiento en calor producido por el rozamiento entre los elementos mecánicos de los frenos.

La fuerza de frenado tiene el mismo valor que la fuerza de adherencia o rozamiento y por lo tanto se calculará mediante el producto entre el peso que gravita sobre una rueda y el coeficiente de adherencia entre ella y el suelo, y tiene sentido contrario a la fuerza de impulsión. Como la fuerza de impulsión está determinada por la resistencia que oponen las ruedas a su desplazamiento, la fuerza de frenado que hay que aplicar para detener el vehículo está también en función de la resistencia obtenida en las ruedas.

1. Identifique el Brazo 1 y brazo 2



2. Realice el cálculo de las fuerzas de frenado.

- A. Cálculo de la Fuerza en el cilindro principal 1.
- B. Cálculo de la Presión del líquido en el cilindro principal.
- C. Cálculo de la Fuerza de Aprieto en el cilindro principal.

Conclusiones.

.....

.....

.....

.....

Recomendaciones.

.....

.....

.....

| | | |
|---------------------------|--|-----------------------|
| Taller Automotriz. | Verificación del sistema de frenos. | Práctica N° 06 |
| Docente: | Fecha: | Calificación: |
| Estudiante: | Semestre: | |

Objetivos:

- El estudiante al realizar esta práctica está en la capacidad de conocer el funcionamiento del Sistema de frenos.
- Verificar el correcto funcionamiento del Sistema de frenos.
- Realizar el purgado del Sistema de frenos.

Herramientas:

- Banco didáctico.
- Caja de herramientas.
- Juego de llaves de ajuste tipo mixtas..

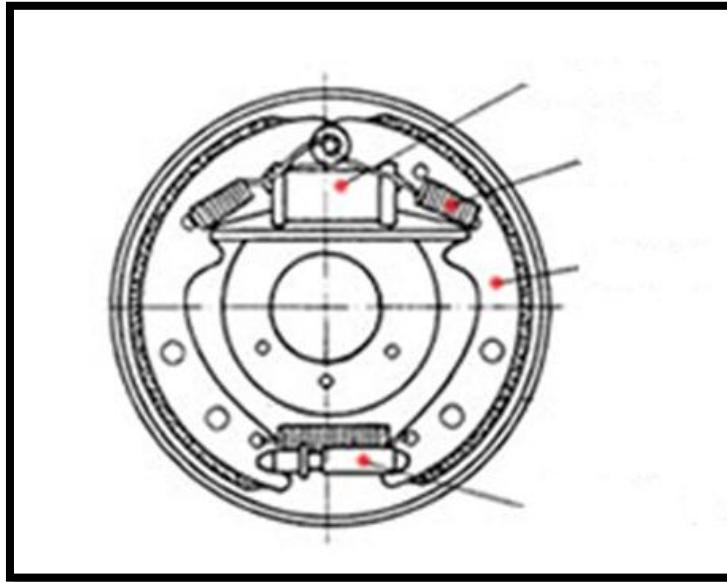
Descripción del sistema de frenos de tambor.

Este tipo de frenos se caracterizan porque su punto de apoyo consiste en una biela de acoplamiento, las dos zapatas son también primarias.

Al accionar las zapatas de freno, pivotan sobre su apoyo a la vez que empujan, mediante la biela de acoplamiento, a la otra zapata. Con este sistema se consigue un reparto de la presión de frenado más uniforme por toda la superficie de frenado del tambor y del forro de la zapata. Por el contrario, son muy sensibles a las variaciones de coeficiente de fricción que puedan sufrir los forros de las mismas.

El tambor es la pieza giratoria del freno, su superficie cilíndrica en el interior es una de las superficies de rozamiento y recibe la mayor parte de calor desarrollado en el frenado, es fabricado con fundición gris perlítica con grafito esferoidal o con fundición aleada las cuales presentan gran resistencia al desgaste a la deformación y a altas temperaturas.

1. Identifique las principales partes del Sistema de frenos de tambor.



2. ¿Qué características debe poseer un buen líquido de frenos?

.....

.....

.....

.....

.....

3. ¿En qué consiste la propiedad higroscópica en el líquido de frenos?

.....

.....

.....

4. Explique brevemente en qué consiste el purgado del Sistema de frenos.

.....

.....

.....

Conclusiones

.....

.....

.....

.....
.....

Recomendaciones

.....
.....
.....